

Universidade Nova de Lisboa
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

MADEIRA RECUPERÁVEL EM PORTUGAL ESTUDO DO FLUXO EMBALAGENS DE MADEIRA

Filipa Cardoso Morais de Almeida Pico

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente
Perfil "Gestão e Sistemas Ambientais"

Orientadora: Prof. Doutora Alexandra de Jesus Branco Ribeiro

Lisboa, 2008

AGRADECIMENTOS

Para a realização deste trabalho pude contar com a ajuda de várias pessoas, a quem gostaria, nos parágrafos seguintes, de mostrar o meu agradecimento.

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha orientadora, Prof. Doutora Alexandra de Jesus Branco Ribeiro, por me ter lançado este desafio, pela sua grande disponibilidade e ajuda nos momentos em que me senti mais perdida. Pelo profissionalismo com que sempre me tratou, sua aluna, e pela amizade demonstrada.

Em segundo lugar, tenho a agradecer à Direcção da Embar – Associação Nacional de Recuperação e Reciclagem de Resíduos de Embalagens de Madeira, onde trabalho, e que apostou na minha formação enquanto profissional, tendo suportado na íntegra as propinas da minha inscrição. Também pela confiança que senti depositarem em mim, e interesse demonstrado nos resultados a que me propus chegar e de utilidade para a actividade da Associação.

Tenho igualmente a agradecer à minha família:

- à minha Mãe, por me ter apoiado sempre, e ter cuidado de mim, como se fosse uma criança novamente. A sua compreensão do meu empenho nesta empreitada, libertou-me de algumas responsabilidades familiares e permitiu, sempre que necessário, me pudesse concentrar apenas neste trabalho;
- à minha Madrinha agradeço pela revisão do texto em Português;
- ao meu Avô e Lynnea, pela ajuda na tradução de alguns termos do Inglês e revisão do sumário em Inglês.

Não posso deixar de agradecer, a ajuda inestimável do Eng.º José Manuel Antunes Rodrigues e da Eng.ª Susana Maria da Silva Rodrigues Ângelo, pela disponibilidade permanente no esclarecimento de dúvidas e apoio.

A todas as outras pessoas que responderam às minhas questões, algumas das quais me forneceram informação que faz parte da bibliografia deste trabalho, enriquecendo-o com os seus contributos, tais como:

- ao Prof. Doutor André Coelho e Prof. Doutor Jorge de Brito, do Instituto Superior Técnico, pelos dados e informação prestada relativamente à fracção madeira no fluxo de resíduos da construção e demolição;
- à Dra. Susana Antónia Ferreira Reis, que realizou um trabalho na Embar sobre os fluxos das embalagens de madeira;
- à Dra. Paula Constantino e Dra. Luzia Estevens, do Instituto Nacional de Estatística, pelo apoio à obtenção dos dados relevantes do site do Eurostat;
- à Prof. Doutora Dalila Espírito-Santo, do Instituto Superior de Agronomia ao Prof. Doutor António L. Crespí, Director do Jardim Botânico da UTAD, pela ajuda na tradução de um termo agronómico a partir do inglês.

- à Aimmp pela disponibilização de alguns dados que permitiram caracterizar o sector da Fileira da Madeira;
- ao Prof. Doutor Said Jalali, da Universidade do Minho pela bibliografia acerca do fluxo de resíduos da construção e demolição;

Por último, agradeço aos meus amigos, mesmo que por vezes de longe, acompanharam as minhas angústias e dificuldades, e estiveram sempre presentes para uma palavra de apoio, de força, ou simplesmente para me ouvir. Em particular, agradeço ao meu amigo Pedro Lourenço pelo apoio e esclarecimento de dúvidas relacionadas com o tratamento estatístico dos dados.

SUMÁRIO

A madeira é um importante recurso renovável e com uma enorme variedade de aplicações que vão desde a embalagem, à construção, ao mobiliário, entre outras aplicações diversas.

Os produtos em madeira, após o seu primeiro ciclo de vida, continuam a ter valor e poderão ter fins diversos, tais como a reutilização, a reciclagem ou a produção de energia. A escolha do destino a dar a esta madeira recuperável deverá basear-se na qualidade do material em causa, existindo formas de classificação segundo o grau de contaminação do material.

Tendo em consideração que a produção de madeira recuperável ocorre nas mais diversas actividades humanas, desde as individuais, e de forma bastante dispersa, àquelas desenvolvidas pela indústria, torna-se extremamente difícil conhecer as quantidades totais disponíveis deste material, e assim, definir modelos de gestão eficazes para este material.

O objectivo deste trabalho é tentar compilar a informação existente no que concerne à disponibilidade de madeira recuperável em Portugal, acabando por se particularizar no fluxo de embalagens de madeira, aplicando uma metodologia de cálculo para este material. Os resultados obtidos terão uma margem de erro associada à utilização de alguns pressupostos, de estudos anteriores, e no futuro deverá ser verificada a sua concordância com a realidade da gestão destes resíduos em Portugal.

SUMMARY

Wood is a very important natural resource and has a wide variety of uses, in packaging, in construction and in furniture production, amongst other uses.

After use, products made of wood are still valuable and have different further uses, for example, reused, recycled or for energy production. The quality of this recovered wood is the key factor as to which application should be employed and there are several ways to classify it, according to its contamination levels.

Considering recovered wood is produced by various human activities, the individual ones, in dispersed forms, to industrial ones, amounts and suitable management options are, therefore, difficult to define for such material.

The purpose of this work is to compile existing information regarding recovered wood availability in Portugal, and in particular, focusing on the wooden packaging stream, by application of a calculation methodology for this material. The results obtained will have some margin of error associated with them, since the calculations were based on previous studies and in the future it should be verified that these results are in accordance with the reality of this waste management in Portugal.

SIMBOLOGIA E NOTAÇÕES

AIMMP – Associação dos Industriais de Madeira e Mobiliário de Portugal

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

C - Circulação

CAA – Contratos de Adaptação Ambiental

CAE-Rev.2 – Classificação Portuguesa das Actividades Económicas – Revisão 2

CAE-Rev.3 – Classificação Portuguesa das Actividades Económicas – Revisão 3

CER – Catálogo Europeu de Resíduos

COST – European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research

D – Actividades Humanas no modelo DPSIR

DPSIR – Modelo “Driving forces - Pressures - State - Impact - Responses”

DRA - Direcção Regional do Ambiente

DRAOT – Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território

EEA - Agência Europeia de Ambiente

EMBAR - Associação Nacional de Recuperação e Reciclagem de Resíduos de Embalagens de Madeira

EPF - Federação Europeia de Painéis

EUROSTAT - Gabinete de Estatísticas da União Europeia

EXP – Exportação

I – Impactes no modelo DPSIR

IMP – Importação

INE – Instituto Nacional de Estatística

INPRI - Estudo de Inventariação de Resíduos Industriais

INR – Instituto dos Resíduos

LER – Lista Europeia de Resíduos

LVT – Lisboa e Vale do Tejo

MRRI - Mapa de registo de resíduos industriais

NC – Classificação Nomenclatura Combinada

NRA - Número médio de rotações por ano

NUT – Nomenclatura em Unidades Territoriais

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

OGRNU - Operadores de Gestão de Resíduos Não Urbanos

P – Pressões no modelo DPSIR

PESGRI - Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais

PNAPRI - Plano de Prevenção de Resíduos Industriais

PR - Perdas na Reparação

PROD – Produção

PRODCOM – Classificação de produtos da Comunidade Europeia

R – Resposta no modelo DPSIR

RARCO - Reutilização após reparação no circuito oficial
RARCP - Reutilização após reparação no circuito paralelo
RCD – Resíduos da construção e de demolição
RCO - Reparação no circuito oficial
RCOP - Reparação no circuito oficial e paralelo
RCP - Reparação no circuito paralelo
RI – Resíduos Industriais
RIB – Resíduos Industriais Banais
RIP – Resíduos Industriais Perigosos
RSR - Reutilização sem reparação
RSRCP - Reutilização sem reparação no circuito paralelo
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos
S – Estado no modelo DPSIR
SIGRE - Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens
SIRER - Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos
TJCE - Tribunal de Justiça das Comunidades Europeias
TPR - Taxa de perdas na reparação
TREN - Taxa de renovação de embalagens
TREP - Taxa de reutilização paralela
TRP - Taxa de reparação paralela
TRR - Taxa de reparação por rotação
TRRP - Fracção de TRR reparada no circuito paralelo
UE - União Europeia

ÍNDICE DE MATÉRIAS

1 Introdução.....	1
2 Madeira recuperável	3
2.1 Definições	3
2.1.1 Enquadramento legal	3
2.1.2 Acção COST E31	7
2.1.3 Definição utilizada neste trabalho.....	11
2.2 Utilizações da madeira recuperável	11
2.2.1 Aspectos de qualidade	13
2.2.2 Aspectos económicos	15
2.2.3 Aspectos ambientais	17
3 Produção de madeira recuperável	21
3.1 Caracterização do sector da Madeira e Mobiliário	21
3.2 Estimativas de produção de resíduos de madeira	30
3.2.1 Resíduos industriais	30
3.2.2 Resíduos urbanos	48
3.2.3 Resíduos de embalagens de madeira	49
3.2.4 Resíduos da construção e demolição.....	52
3.2.5 Resíduos perigosos	55
3.3 Madeira recuperável na indústria de reciclagem.....	57
3.4 Estimativas nos países COST E31 e Europa	59
3.5 Comparação de resultados.....	63
4 Indicadores	69
4.1 Enquadramento	70
4.2 Tipologia de indicadores	72
4.3 Indicadores de resíduos	75
5 Metodologia	79
5.1 Embalagens de madeira nos RSU e RI	79
5.1.1 Determinação dos fluxos conhecidos.....	81
5.1.2 Determinação dos fluxos calculados.....	83
5.2 Taxas de reciclagem	86
6 Resultados e discussão.....	88
6.1 Embalagens de madeira nos RSU e RI	88
6.1.1 Fluxos conhecidos.....	88
6.1.2 Fluxos calculados.....	98
6.2 Taxas de reciclagem	102
7 Conclusões e desenvolvimentos futuros	104
8 Bibliografia	108
ANEXOS	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Serração de Madeira	23
Figura 3.2 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Impregnação de Madeira	24
Figura 3.3 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Painéis de Fibras e de Partículas de Madeira	25
Figura 3.4 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Fabricação de folheados, contraplacados e lamelados	26
Figura 3.5 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Parqueteria	27
Figura 3.6 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Fabrico de Mobiliário de Madeira e Carpintaria	28
Figura 3.7 Distribuição dos aderentes ao CAA Sector “Fileira da Madeira”, por tipo de processo produtivo	31
Figura 3.8 Tipificação de resíduos produzidos	33
Figura 3.9 Preenchimento do MRRI	33
Figura 3.10 Distribuição percentual das empresas do sector da madeira e mobiliário....	38
Figura 3.11 Composição média dos resíduos de madeira resultantes das operações produtivas do subsector de Serração de madeira.....	39
Figura 3.12 Composição média dos resíduos de madeira resultantes das operações produtivas do subsector de Impregnação de madeira	39
Figura 3.13 Percentagem de resíduos, relativamente às matérias-primas utilizadas no subsector de Fabricação de painéis de fibras e de partículas de madeira e Fabricação de folheados, Contraplacados, Lamelados e de outros painéis	40
Figura 3.14 Composição média dos resíduos de madeira resultantes das operações produtivas do subsector de Parqueteria.....	40
Figura 3.15 Composição média dos resíduos de madeira resultantes das operações produtivas do subsector de Carpintaria	40
Figura 3.16 Composição média dos resíduos de madeira resultantes das operações produtivas do subsector de Fabricação de Mobiliário (de madeira)	41
Figura 3.17 Destinos dos resíduos de madeira nos RCD em percentagem de massa com rastreabilidade	55
Figura 3.18 Distribuição percentual dos principais produtos de madeira preservada	57
Figura 3.19 Evolução do consumo de rolaria e madeira recuperável, pela indústria da fabricação de painéis de partículas em Portugal.....	57
Figura 3.20 Dados da quantidade de madeira recuperável disponível nos vários países COST E31.....	60
Figura 4.1 Estrutura conceptual do modelo DPSIR utilizado em relatórios que tratam de questões ambientais, mostrando possíveis ligações entre os vários elementos.....	71

Figura 4.2 Distribuição percentual dos resíduos, em massa, na subclasse 20400	77
Figura 5.1 Esquema do funcionamento do circuito das embalagens de madeira e respectivos fluxos.	79
Figura 6.1 Linha de tendência para a evolução da produção de embalagens de madeira com o código PRODCOM 20401135.....	88
Figura 6.2 Evolução da quantidade total de embalagens de madeira produzidas	89
Figura 6.3 Evolução da quantidade de embalagens de madeira produzidas, por tipo de embalagem.....	89
Figura 6.4 Evolução da quantidade de “outras embalagens” de madeira produzidas	90
Figura 6.5 Evolução das quantidades importadas e exportadas de embalagens de madeira, a vazio	91
Figura 6.6 Evolução da importação a vazio por tipo de embalagem	92
Figura 6.7 Evolução da exportação a vazio por tipo de embalagem	92
Figura 6.8 Evolução da importação e exportação de embalagens de madeira a cheio....	93
Figura 6.9 Evolução da contribuição das várias categorias de produtos para o cálculo da quantidade total de paletes de madeira importadas a cheio.....	94
Figura 6.10 Evolução da contribuição das várias categorias de produtos para o cálculo da quantidade total de paletes de madeira exportadas a cheio.....	94
Figura 6.11 Evolução das quantidades de embalagens de madeira importadas a cheio, por tipo de embalagem, e da totalidade dos produtos importados	95
Figura 6.12 Evolução das quantidades de embalagens de madeira exportadas a cheio, por tipo de embalagem, e da totalidade dos produtos exportados	95
Figura 6.13 Evolução da contribuição das parcelas produção, importação a vazio e importação a cheio, no fluxo de entradas no sistema.....	97
Figura 6.14 Evolução da contribuição das parcelas exportação a vazio e exportação a cheio, no fluxo de saídas do sistema	97
Figura 6.15 Evolução das quantidades colocadas no mercado por tipo de embalagem...	98

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 Possíveis agrupamentos dos subsectores industriais da “Fileira da Madeira” .	8
Quadro 2.2 Sectores industriais da “Fileira da Madeira”, os seus produtos e biomassa produzida	9
Quadro 2.3 Definição do que é madeira recuperável segundo a classificação de resíduos de madeira na Lista Europeia de Resíduos (LER)	10
Quadro 2.4 Métodos para reciclagem de resíduos de madeira	14
Quadro 2.5 Valores limite para contaminantes e teores em madeira virgem.....	14
Quadro 2.6 Evolução dos preços dos resíduos de madeira no mercado Alemão.....	16
Quadro 3.1 Caracterização do número de empresas e trabalhadores.....	21
Quadro 3.2 Actividades da indústria da Madeira e Mobiliário segundo CAE–Rev.2	22
Quadro 3.3 Resumo da informação recolhida para o aspecto ambiental “resíduos” e principais problemas encontrados	32
Quadro 3.4 Estrutura da Indústria Transformadora	34
Quadro 3.5 Produção de resíduos industriais (preenchimento dos MRRI)	34
Quadro 3.6 Produção de resíduos industriais de madeira, por código CER e LER	35
Quadro 3.7 Produção de resíduos por actividade económica	35
Quadro 3.8 Sectores industriais seleccionados.....	36
Quadro 3.9 Caracterização do sector da Madeira e Mobiliário	38
Quadro 3.10 Distribuição da produção de resíduos de madeira por subsector.....	39
Quadro 3.11 Estimativas das quantidades de resíduos de madeira gerados anualmente nos subsectores da Indústria da Madeira e Mobiliário (1998).....	41
Quadro 3.12 Relação entre as operações produtivas e os resíduos gerados por subsector de serração de Madeira (CAE 20101).....	43
Quadro 3.13 Produção de resíduos industriais perigosos para o “Sector da madeira” (CAE-Rev.2)	46
Quadro 3.14 Quantidade total de resíduos produzidos e quantidade produzida na tipologia de resíduos CER 03, para os CAE 20 e 36 (Rev.2).....	46
Quadro 3.15 Quantidade total de resíduos produzidos classificados no código CER 03 ..	47
Quadro 3.16 Quantidade total de resíduos produzidos distribuídos por região NUT II....	47
Quadro 3.17 Quantidades totais da tipologia de resíduos CER 03 por regiões NUT II	47
Quadro 3.18 Composição Física Média dos RSU	48
Quadro 3.19 Evolução das estimativas das quantidades de embalagens de tara perdida colocadas no mercado e quantidades declaradas à SPV	50
Quadro 3.20 Evolução das estimativas das quantidades de embalagens de tara retornável colocadas no mercado	50
Quadro 3.21 Evolução das quantidades retomadas de resíduos de embalagens de madeira no âmbito do SIGRE e sua reciclagem a nível nacional	51
Quadro 3.22 Taxa de reciclagem e taxa de retoma.....	51

Quadro 3.23 Taxas de reciclagem de embalagens de madeira noutros países	52
Quadro 3.24 Composição dos resíduos de construção e demolição	53
Quadro 3.25 Estimativas para a produção de RCD em Portugal	53
Quadro 3.26 Estimativa das quantidades de RCD declarados nas várias fontes	54
Quadro 3.27 Quantidades de madeira preservada em Portugal em 1984	56
Quadro 3.28 Capacidade instalada, consumo de madeira e de resíduos de madeira em Portugal e Espanha	58
Quadro 3.29 Consumo teórico de madeira e resíduos de madeira em Portugal e Espanha	59
Quadro 3.30 Detalhes das quantidades estimadas de madeira recuperável disponível em Portugal	61
Quadro 3.31 Resumo das estimativas das quantidades de resíduos de madeira identificados por código CER e LER	65
Quadro 3.32 Estimativas das quantidades de resíduos de madeira nos RI, identificados por código CER e LER	66
Quadro 3.33 Resumo das estimativas da fracção madeira (CER e LER 17 02 01) nos RCD	67
Quadro 4.1 Classificação de indicadores por tipologia	72
Quadro 4.2 Índices de produção de resíduos para o CAE 20400, segundo os códigos CER e LER	76
Quadro 4.3 Resíduos de embalagens produzidos <i>per capita</i> e por país	78
Quadro 5.1 Estimativa do número médio de utilizações por tipo de embalagem	80
Quadro 5.2 Códigos dos produtos utilizados da classificação PRODCOM, designação e unidades em que são disponibilizados	81
Quadro 5.3 Códigos dos produtos utilizados da classificação NC, designação e unidades em que são disponibilizados	82
Quadro 5.4 Taxa de renovação de embalagens de madeira	83
Quadro 5.5 Parâmetros para cálculo de fluxos de reutilização e reparação	84
Quadro 6.1 Evolução da quantidade de embalagens de madeira colocadas no mercado e respectivos fluxos	96
Quadro 6.2 Evolução das quantidades de embalagem em Circulação, por tipo de embalagem	99
Quadro 6.3 Circuitos de reutilização e reparação para as embalagens de madeira	100
Quadro 6.4 Circuitos de reutilização e reparação para as paletes de tara retornável ...	101
Quadro 6.5 Circuitos de reutilização e reparação para as paletes de tara perdida	101
Quadro 6.6 Circuitos de reutilização e reparação para as outras embalagens	102
Quadro 6.7 Taxa não corrigida de reciclagem em 2004 e 2005	102
Quadro 6.8 Taxa não corrigida de reciclagem para as embalagens de tara perdida em 2004 e 2005	102
Quadro 6.9 Evolução da taxa equivalente de reciclagem	103

Anexos

Quadro I.1 Códigos Nomenclatura Combinada (2006) utilizados para "frutas".....	114
Quadro I.2 Códigos Nomenclatura Combinada (2006) utilizados para "legumes".....	116
Quadro I.3 Códigos Nomenclatura Combinada utilizados para "bebidas e produtos alimentares".....	118
Quadro I.4 Códigos Nomenclatura Combinada utilizados para "outros produtos".....	121
Quadro II.1 Fluxos do sistema: produção, importação, exportação e quantidades colocadas no mercado por tipo de embalagem.....	122
Quadro II.2 Fluxos do sistema: produção, importação, exportação e quantidades colocadas no mercado.....	123
Quadro II.3 Quantidades colocadas no mercado por tipo de embalagem.....	123
Quadro II.4 Quantidades em circulação por tipo de embalagem.....	124

1 Introdução

Os produtos em madeira são utilizados nas mais diversas actividades humanas, desde a embalagem à construção de infra-estruturas e mobiliário, entre outras. Após a sua utilização, quando chegam ao seu fim de vida útil, torna-se necessário dar-lhes um destino adequado, existindo diversas possibilidades, muitas vezes em competição entre si. A reutilização, a reciclagem e a valorização energética são os destinos mais frequentes para estes materiais que, apesar de poderem ser classificados como resíduos, segundo a legislação em vigor, serão no contexto deste trabalho designados por madeira recuperável.

A problemática da gestão deste material tem vindo a ser analisada também no contexto internacional, de que é exemplo a Acção COST E31 "*Management of Recovered Wood*" (que decorreu entre 2002 e 2007) e da qual resultaram algumas conclusões importantes. Os principais problemas associados à gestão da madeira recuperável têm a ver com o desconhecimento das quantidades disponíveis deste material, uma vez que esta informação não está disponível nas estatísticas oficiais. Por outro lado, a enorme dispersão de pequenos produtores e a mistura com quantidades variáveis de materiais indesejáveis, tais como, metais e plásticos, entre outros, ou a presença de materiais contaminantes, a saber, resíduos de biocidas ou preservantes de madeira, dificultam os processos de triagem e recolha deste material. Adicionalmente, há a necessidade de encontrar uma definição consensual do que é madeira recuperável, uma vez que existe uma panóplia de definições que variam de país para país e que limitam a possibilidade de comparação de resultados.

Simultaneamente, os destinos para a madeira recuperável são, como já foi referido, diversos. Contudo, a classificação da qualidade do material, nomeadamente o seu grau de contaminação, é imprescindível para o melhor encaminhamento desta matéria-prima, caso contrário poderão colocar-se em risco a saúde das populações e o estado do ambiente.

O trabalho que se apresenta pretende responder, em primeiro lugar, a algumas das questões levantadas e começou por apresentar-se um levantamento de várias definições encontradas, optando por utilizar aquela que se considerou respeitar as definições legais e estar de acordo com a realidade da gestão deste material em Portugal.

Em seguida, face à ausência de dados em estatísticas oficiais, realizou-se um levantamento das quantidades de madeira recuperável produzidas em Portugal nos últimos anos, tendo sido feita uma análise cronológica dos vários trabalhos disponíveis acerca desta matéria, assim como das metodologias utilizadas e respectivos resultados. A diversidade de fontes levou à consulta de alguns trabalhos existentes no âmbito do estudo de determinados fluxos específicos, como foi o caso do fluxo dos resíduos sólidos urbanos, da embalagem e seus resíduos, dos resíduos da construção e demolição e o

fluxo dos resíduos perigosos. O objectivo último desta fase foi coligir informação dispersa em diversas fontes de forma a poder comparar os resultados disponíveis para as quantidades totais de madeira recuperável produzida em Portugal.

Após comparação das estimativas realizadas em Portugal com as de outros países, com base nos resultados da Acção COST E31, considerou-se necessária a restrição do domínio deste estudo. Nesse momento, optou-se por centrar o estudo na madeira recuperável produzida no fluxo das embalagens e seus resíduos, uma vez que, perante a enorme dificuldade de obtenção de dados para os quantitativos totais, era maior a acessibilidade a estes dados específicos.

Assim, para determinar as quantidades de embalagens de madeira que chegam ao fim do seu ciclo de vida todos os anos, determinaram-se as quantidades de embalagens colocadas no mercado anualmente, com base nos fluxos de entradas e saídas deste material do sistema. Em síntese, contabilizaram-se as quantidades de embalagens, produzidas, importadas e exportadas, assim como as que se encontravam em circuitos de circulação, reutilização e reparação. Seguidamente, calcularam-se as taxas de reciclagem deste material cujos resultados foram comparados com aqueles obtidos noutros países.

Por fim, no último capítulo, apresentam-se as conclusões a que se chegou, bem como, são apontadas algumas possibilidades para desenvolvimentos futuros.

2 Madeira recuperável

Para iniciar este trabalho é importante começar por definir o conceito de madeira recuperável, tanto como, apresentar alguns termos com ele relacionados, utilizados neste contexto e que vão desde algumas definições constantes das legislações portuguesa e europeia, às utilizadas pelos operadores do sector da Fileira da madeira. Após a apresentação das definições, seguir-se-á a análise das possíveis utilizações da madeira recuperável que dependem da sua qualidade e de factores económicos e ambientais.

2.1 Definições

Neste capítulo apresentam-se algumas definições presentes nas legislações portuguesa e europeia, a última relacionada apenas com o conceito de “subproduto”, assim como a definição dada no âmbito de uma Acção COST (*European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research*), a Acção COST E31 “*Management of Recovered Wood*”. Por último, indicar-se-á a definição de madeira recuperável que será utilizada neste trabalho.

2.1.1 Enquadramento legal

Neste ponto, apresenta-se um breve levantamento das definições consideradas relevantes para este trabalho, retiradas do diploma que aprova o regime geral da gestão de resíduos em Portugal, Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro. No artigo 3.º constam as seguintes definições:

- «Resíduo» qualquer substância ou objecto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer, nomeadamente os identificados na Lista Europeia de Resíduos ou ainda outros enumerados no referido diploma.
- «Resíduo de construção e demolição» o resíduo proveniente de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações.
- «Resíduo industrial» o resíduo gerado em processos produtivos industriais, bem como o que resulte das actividades de produção e distribuição de electricidade, gás e água.
- «Resíduo perigoso» o resíduo que apresente, pelo menos, uma característica de perigosidade para a saúde ou para o ambiente, nomeadamente os identificados como tal na Lista Europeia de Resíduos.
- «Resíduo urbano» o resíduo proveniente de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações.

Apresentam-se, igualmente, as definições dadas a biomassa para clarificação do conceito e distinção entre este material e outros resíduos de madeira.

- «Biomassa» os produtos que consistem, na totalidade ou em parte, numa matéria vegetal proveniente da agricultura ou da silvicultura, que pode ser utilizada como combustível para efeitos de recuperação do seu teor energético, bem como os resíduos a seguir enumerados quando utilizados como combustível:
 - i) Resíduos vegetais provenientes da agricultura e da silvicultura que não constituam biomassa florestal ou agrícola;
 - ii) Resíduos vegetais provenientes da indústria de transformação de produtos alimentares, se o calor gerado for recuperado;
 - iii) Resíduos vegetais fibrosos provenientes da produção de pasta virgem e de papel se forem co-incinerados no local de produção e o calor gerado for recuperado;
 - iv) Resíduos de cortiça;
 - v) Resíduos de madeira, com excepção daqueles que possam conter compostos orgânicos halogenados ou metais pesados resultantes de tratamento com conservantes ou revestimento, incluindo, em especial, resíduos de madeira provenientes de obras de construção e demolição.
- «Biomassa florestal», a matéria vegetal proveniente da silvicultura e dos desperdícios de actividade florestal, incluindo apenas o material resultante das operações de condução, nomeadamente de desbaste e de desrama, de gestão de combustíveis e da exploração dos povoamentos florestais, como os ramos, bicadas, cepos, folhas, raízes e cascas.

Subprodutos

Apesar do termo subproduto ser bastante utilizado pelos operadores económicos do sector da Fileira da Madeira, não há na legislação em vigor qualquer definição para o mesmo. Não obstante, como forma de dar continuidade a uma comunicação do Instituto dos Resíduos, datada de 1998¹, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), emitiu em Fevereiro de 2008, uma comunicação onde indica o seu entendimento relativamente a esta matéria, que passa a citar-se:

"... os materiais resultantes da indústria da serração, nomeadamente, materiais costaneiros ou falheiros, serrim, serradura, aparas, fitas de madeira, casca ou carrasca

¹ Em 1998, o Instituto dos Resíduos, no seu ofício SRR.206 de 3 de Agosto, informava que no seguimento dos trabalhos desenvolvidos no âmbito dos Contratos de Adaptação Ambiental – Fileira da Madeira e tendo em consideração o exposto na Decisão da Comissão 94/3/CE, de 7 de Janeiro, e a definição de resíduo constante da alínea a) do artigo 3º do Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro (em vigor àquela data), se consideravam subprodutos os materiais que satisfizessem determinadas condições (INR, 1998).

poderão ser classificados como subprodutos, desde que cumpram cumulativamente os seguintes requisitos:

- sejam resultantes da serração da madeira ainda não submetida a primeira utilização;
- estejam isentos de qualquer contaminante;
- sejam sujeitos a um circuito comercial e económico perfeitamente definido;
- sejam directa e completamente utilizados como matéria-prima no processo.

Acresce referir, que este entendimento é concordante com a Comunicação da Comissão, de 21 de Fevereiro, que explicita em termos mais gerais, que o material excedente de um processo de produção primário, pode ser considerado subproduto.

Conforme referido e não sendo actualmente objecto de interpretação jurídica e respectivo enquadramento legal a distinção entre subproduto/resíduo, contudo, perspectiva-se que na actual revisão da Directiva Quadro de Resíduos, esta dualidade seja objecto de clarificação.”

Comunicação da Comissão, de 21 de Fevereiro de 2007

Esta Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu relativa à Comunicação interpretativa referente a resíduos e subprodutos (CEC, 2007), teve como objectivo explicar a definição de resíduo estabelecida no artigo 1.º da Directiva Quadro Resíduos (Directiva 2006/12/CE, de 5 de Abril), tal como interpretada pelo Tribunal de Justiça das Comunidades Europeias (TJCE), a fim de assegurar a correcta aplicação da Directiva. Estabeleceu igualmente, linhas orientadoras para ajudar as autoridades responsáveis a determinar o que deve e não deve ser classificado como resíduo.

No âmbito do direito da UE em matéria de resíduos, conceitos como subproduto ou matéria-prima secundária não têm significado jurídico – pura e simplesmente os materiais são ou não são resíduos. Apenas para fins desta Comunicação, foram utilizados os seguintes termos ilustrativos, para além do termo resíduo definido na Directiva:

- «Produto» - todo o material que é deliberadamente produzido num processo de produção. Em muitos casos é possível identificar um (ou mais) produtos “primários”, que são os principais materiais produzidos.
- «Resíduo de produção» - um material que não é deliberadamente produzido num processo de produção, mas que pode ser ou não ser um resíduo.
- «Subproduto» - um resíduo de produção que não é um resíduo.

Saliente-se que as definições não constituem uma interpretação jurídica da Comissão Europeia e nem se destinam a ser utilizadas fora do contexto desta Comunicação.

Conforme anunciado na Estratégia Temática de Prevenção e Reciclagem de Resíduos, a eficácia das orientações propostas na Comunicação será avaliada em 2010 no âmbito da revisão da Estratégia. Nessa mesma ocasião, será examinado se a jurisprudência ulterior do TJCE torna necessária uma revisão das orientações.

Segundo os termos apresentados na Decisão, um resíduo de produção não é classificado como resíduo, caso exista sempre uma utilização para esse material, e não apenas nos casos em que exista uma possibilidade, sem qualquer processamento adicional e como parte do processo produtivo. No caso dos subprodutos, genericamente, não podem ser um material de que o produtor seja obrigado a descartar-se ou cuja utilização seja proibida.

Adicionalmente, existem vários factores que identificam um material como resíduo, em particular, caso:

- não exista qualquer outra utilização para além da eliminação ou caso a utilização pretendida tenha elevado impacte ambiental ou exija medidas de protecção especiais;
- o tratamento seja um método corrente de tratamento de resíduos;
- na percepção da empresa o material é um resíduo;
- a empresa pretende limitar a quantidade de material produzido.

No Anexo I da Decisão, são apresentados alguns exemplos em que os materiais podem ser classificados como resíduos ou não. Seguidamente transcreve-se a parte referente aos materiais em madeira, “Resíduos de corte e outro material similar”:

“A serradura, as aparas de madeira e os resíduos de corte provenientes de madeira não tratada são gerados em empresas de serração ou em operações secundárias, como o fabrico de mobiliário ou paletes e outras embalagens, juntamente com o produto primário, ou seja a madeira cortada. Estes elementos são depois utilizados como matéria-prima na produção de painéis à base de madeira, como aglomerados de partículas, ou na produção de papel. A utilização é certa, como elemento de um processo de produção integral e sem transformação ulterior, a não ser a adaptação à dimensão adequada para a sua integração no produto final.

Em termos mais gerais, o material excedente de um processo de produção primário, ou o material deficiente apenas do ponto de vista estético, mas que é materialmente semelhante ao produto primário, como compostos de borracha e misturas de vulcanização, peças e aparas de cortiça, sucatas plásticas e materiais similares, podem ser considerados subprodutos. Para tal devem poder ser reutilizados directamente, por reintrodução quer no processo de produção primário quer noutras produções integradas em que a reutilização é igualmente certa. Os materiais deste tipo podem também ser considerados como não abrangidos pela definição de resíduo.

Quando o material deste tipo exige uma operação de reciclagem ou valorização completa, ou contém contaminantes que é necessário remover antes da sua utilização ou transformação ulterior, isso indicaria que o material é um resíduo até à conclusão da respectiva operação de reciclagem ou de valorização” (CEC, 2007).

2.1.2 Acção COST E31

No contexto da análise estatística das quantidades de madeira recuperável produzidas ao nível dos países participantes na Acção COST E31 *“Management of Recovered Wood”*, surgiu a necessidade de clarificar a definição do termo madeira recuperável, para que todos os intervenientes se referissem a material com características análogas, aquando da sua quantificação.

No *Memorandum of Understanding* da referida Acção, foi exposto o seguinte: “a definição do que são as várias fracções de madeira recuperável poderia basear-se na classificação utilizada no Catálogo Europeu de Resíduos (CER), aprovado pela Decisão n.º 94/3/CE, da Comissão, de 20 de Dezembro², uma vez que este cobre os vários tipos de madeira recuperável, assim como os resíduos de madeira resultantes de operações florestais. A utilização da classificação segundo o CER pode ser de grande utilidade, contudo, não deve daí concluir-se que a madeira recuperável deve ser sempre considerada um resíduo, até porque, o conceito de madeira recuperável, conforme a designação indica, implica que a maior proporção dos materiais incluídos nesta definição são passíveis de algum tipo de valorização” (COST, 2002).

Nos parágrafos seguintes são apresentadas algumas definições de biomassa, no contexto da definição de madeira recuperável, no âmbito da Acção COST E31.

Definição de biomassa

No âmbito da definição de madeira recuperável, a biomassa que interessa aqui considerar é aquela que tem origem em biomassa lenhosa. Consoante a fase considerada da sua cadeia de produção, pode ser considerada como: biomassa, os materiais que vão ser utilizados na produção de um produto principal, intermediário ou final, ou biomassa residual. A biomassa residual pode ser novamente subdividida em subprodutos, se os materiais tiverem valor de mercado positivo e forem utilizados como matéria-prima ou para produção de energia, ou resíduo de biomassa, caso os materiais tenham um valor de mercado negativo. Esta situação verifica-se sempre que os custos associados a deixar que esta biomassa se decomponha, deposição em aterro ou queima sem valorização energética, sejam mais vantajosos em relação a eventuais proveitos associados à sua venda enquanto material ou combustível para valorização energética (Okstad, 2007).

Quando um produto de madeira, chega ao seu fim de vida útil, a biomassa do produto original, biomassa usada, é transformada em biomassa residual. Alguma desta biomassa residual será usada na produção de novos produtos e a restante em processos de valorização de energia. Toda a biomassa será decomposta, mais cedo ou mais tarde, maioritariamente em CO₂ e água.

² Aprovada e publicada na Portaria n.º 818/97, de 5 de Setembro, revogada pela Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março, actualmente em vigor, onde é publicada a Lista Europeia de Resíduos (LER).

Biomassa no sector industrial da “Fileira da Madeira”

Em relação a esta problemática, há diferenças no tipo de biomassa produzida nos diferentes sectores industriais da “Fileira da Madeira”.

No Quadro 2.1 são apresentadas algumas formas de agrupamento possível das várias actividades desenvolvidas no sector industrial da “Fileira da Madeira”, considerando os produtos e biomassa produzidos em cada actividade, assim como as suas posteriores potenciais utilizações (Okstad, 2007). Enquanto isso, no Quadro 2.2 são listados os produtos e biomassa produzidos nos referidos sectores (Okstad, 2007).

Quadro 2.1 Possíveis agrupamentos dos subsectores industriais da “Fileira da Madeira”

Opção 1	Opção 2	Opção 3
Exploração florestal	Exploração florestal	Exploração florestal
Indústria da serração	Indústria primária: - Indústria da serração - Indústria de painéis - Indústria pasta de papel	Indústria da madeira:
Indústria de painéis		- Indústria da serração
Indústria da pasta de papel		- Indústria de painéis - Indústria processadora de madeira
Indústria de produção de papel	Indústria secundária: - Indústria processadora de madeira - Produção de papel	Indústria da fibra de madeira: - Indústria da pasta de papel - Indústria de produção de papel
Produtos de madeira usados	Indústria terciária: - Produtos de madeira usados - Produtos e fibras de madeira usados	Produtos de madeira usados:
Produtos e fibras de madeira usados		- Produtos de madeira usados - Produtos e fibras de madeira usados

Fonte: Adaptado de Okstad (2007)

Nos parágrafos seguintes são novamente referidos quais os tipos de biomassa produzidos nos principais sectores, assim como os potenciais tipos de competição existentes para os diferentes destinos possíveis (Okstad, 2007).

Exploração florestal

No sector da exploração florestal, encontramos biomassa sob a forma de ramos e bicadas, biomassa em pequena rolaria e biomassa sob a forma de troncos, cepos e raízes. No mercado dos pequenos troncos, pode existir competição com o mercado da pasta de papel e utilização como combustível. A biomassa sob a forma de ramos e bicadas, assim como a biomassa sob a forma de troncos, cepos e raízes, de um modo geral, não têm competição com outros fins que não sejam a valorização para produção de energia (Okstad, 2007).

Indústria da serração

No mercado dos produtos residuais da indústria da serração, encontram-se os seguintes tipos de biomassa: casca, serradura verde, serradura seca e lascas de madeira. De um modo geral, todos estes materiais de biomassa têm destinos em competição com o destino da produção de energia (Okstad, 2007).

Quadro 2.2 Sectores industriais da "Fileira da Madeira", os seus produtos e biomassa produzida

Sector	Produtos	Biomassa
Exploração florestal	Rolaria, rolaria para pasta de papel e rolaria e subprodutos para produção de energia	Madeira, casca, pequena rolaria, rolaria, ramos, bicadas e cepos
Indústria de serração de madeira	Madeira serrada	Casca, lascas, serradura verde e seca, aparas de madeira e retestos
Indústria de fabricação de painéis	Painéis de madeira e derivados	Resíduos de produção de painéis, assim como outros restos de madeira ¹
Indústria de pasta papel	Pasta para papel e cartão	Biomassa residual dos processos de produção de pasta, tais como, casca e licor negro
Indústria processadora de madeira	Produtos de madeira	Serradura seca, aparas de madeira, pó de lixagem, fitas e retestos
Indústria de fabricação de papel	Papel e cartão	Biomassa residual dos processos de produção de papel
Produtos de madeira usados	Produtos de madeira usados	Biomassa residual, tal como, madeira serrada usada, paletes e outras embalagens usadas, postes usados, travessas de caminho-de-ferro usadas e mobiliário usado
Produtos de fibras de madeira usados	Produtos de fibras de madeira usados	Biomassa residual, tal como, jornais velhos, papel de impressão e embrulho usado, painéis de fibras usados

Fonte: Adaptado de Okstad (2007). ¹ resultantes do processo de crivagem da madeira recuperável, que não é passível de incorporação nos painéis

Indústria processadora de madeira

No mercado dos produtos residuais de biomassa da indústria da madeira, tais como, a serradura seca, aparas de madeira, retestos e pó de lixagem, também existe competição entre outros fins (como por exemplo a reciclagem, através da incorporação em painéis) e a produção de energia.

Produtos de madeira usados

A biomassa que é utilizada para incorporação em painéis ou para valorização energética, é aquela que é proveniente do sector dos produtos de madeira usados, e dentro destes pode encontrar-se (Okstad, 2007):

- Biomassa primária - biomassa não contaminada que pode ser utilizada para produção de painéis ou valorização energética;
- Biomassa secundária - biomassa contaminada com compostos orgânicos halogenados, que pode ser utilizada para valorização energética caso exista tecnologia para tratamento dos gases;
- Biomassa terciária - biomassa classificada como resíduo perigoso, impregnada com produtos contendo metais pesados, que apenas pode ser utilizada para valorização energética, caso exista instalada tecnologia que permita a remoção dos metais pesados dos gases emitidos.

Madeira Recuperável

Em conclusão, quanto ao termo madeira recuperável e à sua definição no contexto da Acção COST E31, no Quadro 2.3 apresenta-se um resumo dos vários tipos de biomassa/resíduos de madeira, segundo a classificação LER, bem como, a indicação do que é, ou não, classificado como madeira recuperável.

Quadro 2.3 Definição do que é madeira recuperável segundo a classificação de resíduos de madeira na Lista Europeia de Resíduos (LER)

Códigos LER	Tipo de resíduos	Madeira recuperável (Sim/Não)
02 01 07 Resíduos silvícolas	Casca, madeira e resíduos de madeira	Não
03 01 01, 03 01 05, 03 03 01 Resíduos do processamento de madeira e fabrico de painéis e mobiliário	Casca serradura, resíduos de madeira, aparas e/ou resíduos de corte e/ou madeira sem aproveitamento ou painéis de derivados de madeira	Não
15 01 03 Embalagens de madeira	Embalagem de madeira	Sim
17 02 01, 17 02 04, 17 09 01-04 Resíduos de construção e demolição	Madeira	Sim
19 12 06, 19 12 07 Resíduos do tratamento mecânico de resíduos (por exemplo triagem, trituração, compactação, peletização): madeira	Madeira separada de resíduos indiferenciados	Sim
20 01 37, 20 01 38, 20 03 01, 20 03 07 Fracções recolhidas selectivamente	Madeira	Sim

Fonte: Adaptado de Merl *et al.* (2007)

Da observação do Quadro 2.3 é possível concluir que a madeira recuperável foi definida como a biomassa que atingiu o seu fim de vida útil (como por exemplo biomassa resultante de construções e de paletes usadas) e produtos de biomassa usados que vão ser novamente utilizados como o mesmo produto para outro fim (por exemplo travessas de caminho de ferro usadas). Nesta definição de madeira recuperável não está incluída a biomassa que constitui produtos de madeira que vão ser novamente utilizados, mas

noutro local (por exemplo, uma cadeira de madeira), ou a biomassa que se encontra num produto de madeira intermédio e que vai ser utilizada num novo produto (por exemplo, painéis de derivados da madeira).

2.1.3 Definição utilizada neste trabalho

A definição utilizada neste trabalho resulta dos vários significados apresentados anteriormente, ou seja, é madeira recuperável todo o material de madeira que satisfaça cumulativamente as seguintes condições:

- madeira considerada como resíduo, conforme definição constante do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, nomeadamente aquela identificada na Lista Europeia de Resíduos³, onde estão incluídos os subprodutos do sector industrial da Fileira da Madeira;
- materiais em fim de vida, como por exemplo, resíduos de construção e demolição (RCD) e embalagens de madeira usadas (paletes e outras), que podem ainda ser utilizados para produzir novos produtos (exemplo: produção de painéis de derivados da madeira), ou dar lugar a novas utilizações do mesmo produto (exemplo: reutilização de travessas de caminho de ferro usadas).

2.2 Utilizações da madeira recuperável

Para a madeira recuperável há inúmeras utilizações possíveis, tais como, reutilização, reciclagem em painéis de aglomerados de partículas, produção de energia, produção de camada protectora do solo⁴ ou camas para animais e produção de pasta e de papel. Na Figura 2.1 são indicados os vários destinos possíveis da madeira recuperável, sendo que a valorização energética e a reciclagem foram identificadas como as duas utilizações mais frequentes e importantes e, quase sempre, competindo entre si (Merl *et al.*, 2007).

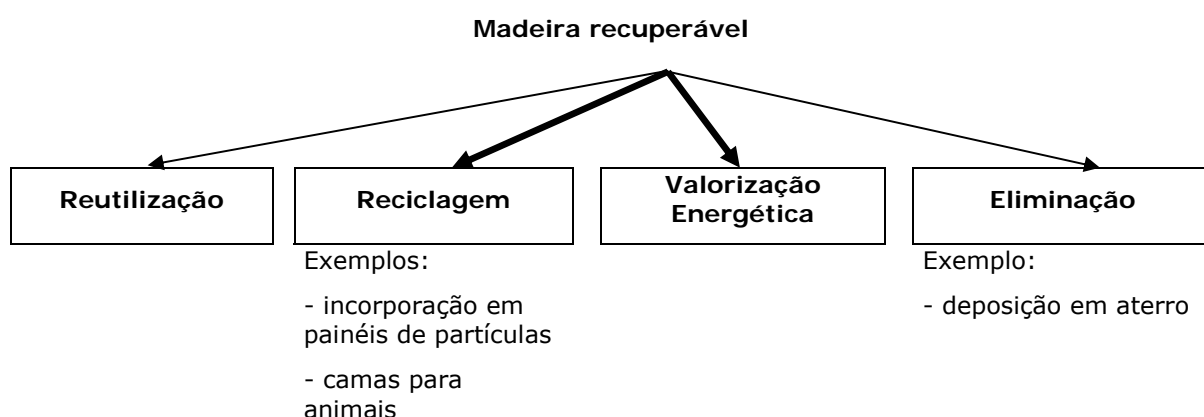


Figura 2.1 Opções de gestão para a madeira recuperável

A reutilização de madeira recuperável é muito valorizada no sector da construção, uma vez que, mesmo após várias décadas ou séculos em uso, as vigas de madeira podem ser

³ Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março.

⁴ Tradução indicada para produção de "mulch".

reutilizadas, seja directamente ou redimensionadas conforme necessário, evitando desta forma a utilização de materiais em madeira novos ou até utilização de outros materiais (CEI-Bois, 2006).

Dependendo do tipo de tratamento a que foi sujeita, é frequente também a reutilização de madeira tratada, especialmente pela sua capacidade de resistir a condições atmosféricas adversas, podendo ser reutilizada em aplicações exteriores.

Igualmente, a reutilização de paletes acontece regularmente na forma de recuperação, seja através da utilização de partes de outras paletes danificadas, seja através da introdução de madeira nova ou de componentes derivados da madeira, como por exemplo blocos feitos de madeira prensada.

Segundo a Federação Europeia de Painéis (EPF), a reciclagem de madeira recuperável, nomeadamente através da integração dos subprodutos da Fileira da Madeira nos painéis de aglomerados, aumentou de cerca de 33% em 1970 para mais de 75% em 2005 (EPF, 2005). A relação entre a quantidade de material virgem e a madeira recuperável, utilizados no fabrico dos painéis, depende, em grande medida, da disponibilidade local do recurso madeira, uma vez que é possível a utilização exclusiva de madeira recuperável em situações de grande escassez do recurso madeira virgem (CEI-Bois, 2006). A definição dos parâmetros de qualidade, que é necessário satisfazer na utilização de madeira recuperável para o fabrico de painéis, coube à EPF e serão descritos no capítulo seguinte.

A valorização energética da madeira recuperável é outro dos possíveis destinos deste recurso e deverá ocorrer apenas sempre que os anteriores, reutilização e reciclagem, não sejam possíveis de satisfazer. A valorização energética, em modernas instalações de cogeração, permite produzir entre 250 e 290 kWh de electricidade e entre 2 800 e 3 200 MJ de energia térmica a partir dos subprodutos gerados na produção de 1 m³ de madeira serrada (Wegener *et al.*, 1997).

A eliminação de madeira recuperável, através da deposição em aterro, deverá ser cada vez menos frequente, uma vez que será necessário cumprir as metas previstas nas legislações portuguesa e europeia no que se refere aos resíduos biodegradáveis. No Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio⁵, foi definida uma estratégia de redução dos resíduos urbanos biodegradáveis a depositar em aterro, tendo sido definidas as seguintes metas: “até Janeiro de 2009, os resíduos urbanos biodegradáveis destinados a aterros devem ser reduzidos para 50% da quantidade total, em peso, dos resíduos urbanos biodegradáveis produzidos em 1995”, descendo este valor para 35%, até Janeiro de 2016. Alguns países, como é o caso da Alemanha, já proibiram a deposição de madeira em aterro (CEC, 2005).

Na Europa continuam a estudar-se mercados e produtos para a madeira recuperável de que são exemplo os seguintes:

⁵ Transposição da Directiva 1999/31/CE, de 26 de Abril.

- materiais compósitos em plástico e madeira;
- camas para animais (em estábulos e trilhos);
- camada protectora do solo, superfícies para caminhos e parques infantis;
- material de produção de composto;
- produção de carvão de lenha.

Contudo, para estes fins apenas se pode destinar madeira recuperável de elevada qualidade, como forma de salvaguardar a saúde e bem-estar dos seus utilizadores.

2.2.1 Aspectos de qualidade

A classificação da madeira recuperável pode ser feita de acordo com diferentes critérios, tais como, dimensões, presença de contaminantes inorgânicos, por exemplo, cimento, betão, aço, gesso e pó, presença de materiais orgânicos e de contaminantes, a saber, resinas e biocidas. Os utilizadores desta madeira pretendem obter o material com um mínimo de contaminantes, apesar de, o mais frequente, ser encontrar material contaminado. Contudo, é possível remover alguns tipos de contaminação, nomeadamente, através de mecanismos de separação já utilizados na indústria dos painéis de aglomerados de partículas. No caso da utilização do material para produção de energia, se os contaminantes estiverem presentes em pequenas quantidades, não irão afectar o processo de produção (Merl *et al.*, 2007).

A presença de contaminantes, tanto no caso da reciclagem em painéis como na utilização para produção de energia, pode trazer graves problemas de saúde pública. No primeiro caso, para os “utilizadores” dos painéis e em relação à incineração, pode haver emissões nocivas para os seres vivos e para o ambiente, sempre que as instalações não sejam adequadas e devidamente autorizadas para o efeito.

Classificação da madeira recuperável

Um dos sistemas de classificação de madeira recuperável mais utilizados é o sistema Alemão (Ordinance on the Management of Waste Wood, 2002), no qual estes resíduos são classificados segundo o nível de contaminação que apresentam:

Categoria A I

Resíduos de madeira no seu estado natural ou que sofreram apenas transformações mecânicas, resíduos que durante a sua utilização sofreram contaminação pouco significativa com substâncias prejudiciais à madeira.

Categoria A II

Resíduos de madeira que resultam de madeira que foi colada, envernizada, pintada, lacada ou madeira tratada sem compostos orgânicos halogenados e sem preservantes.

Categoria A III

Resíduos de madeira com compostos orgânicos halogenados no revestimento e sem preservantes.

Categoria A IV

Resíduos de madeira tratada com preservantes, por exemplo, travessas de caminho de ferro e postes telefónicos, e outros resíduos de madeira que não possam ser classificados nas categorias A I, A II ou A III.

No Quadro 2.4 encontram-se as utilizações possíveis para cada uma das categorias mencionadas.

Quadro 2.4 Métodos para reciclagem de resíduos de madeira

Método de recuperação	Categorias				Necessidades especiais
	A I	A II	A III	A IV	
Processamento dos resíduos de madeira em estilha de madeira	Sim	Sim	(Sim) ¹	-	¹ O processamento de resíduos de madeira da Categoria AIII é apenas permitido se os vernizes e revestimentos tiverem sido removidos por pré-tratamento ou durante o processamento
Gás sintético, para utilização química adicional	Sim	Sim	Sim	Sim	Reciclagem é permitida apenas em instalações devidamente licenciadas
Produção de carvão activado ou carvão industrial	Sim	Sim	Sim	Sim	

Fonte: Adaptado de Peek (2004)

Apesar da existência desta classificação, a Federação Europeia de Painéis (EPF) tem as suas próprias recomendações no que concerne à presença de contaminantes na matéria-prima para produção de painéis de partículas (EPF, 2004). No Quadro 2.5 estão discriminados os valores limite de contaminantes permitidos pela EPF (2004) e na legislação Alemã (Ordinance on the Management of Waste Wood, 2002), por quilograma de massa seca. São igualmente apresentadas as concentrações “normais” encontradas em madeira verde no estado virgem (Fengel e Wegener, 1989).

Quadro 2.5 Valores limite para contaminantes e teores em madeira virgem

Contaminante	Valores limite EPF ¹ [mg/kg]	Concentração ² [mg/kg massa seca]	Concentração em madeira virgem ³ [mg/kg]
Arsénio (As)	25	2	0.1 – 1
Cádmio (Cd)	50	2	1 – 10
Crómio (Cr)	25	30	1 – 10
Cobre (Cu)	40	20	0.1 – 1
Chumbo (Pb)	90	30	-
Mercúrio (Hg)	25	0.4	1 – 10
Flúor (F)	100	100	10 – 100
Cloro (Cl)	1000	600	não incluído

Fonte: ¹Adaptado de EPF (2004); ²Legislação Alemã (2002); ³Fengel e Wegener (1989)

A determinação de contaminantes na madeira recuperável é uma tarefa difícil e dispendiosa, porque este material é muito heterogéneo e requer técnicas de amostragem adequadas. A EPF recomenda a utilização dos métodos de referência constantes do anexo A do documento "European panel federation standard, for delivery conditions of recycled wood" (EPF, 2004), com os padrões da indústria para a utilização de madeira recuperável. Existem ainda outros métodos de análise passíveis de serem utilizados e que permitem verificar os parâmetros de controlo de qualidade analítica, exigidos pela Norma, tais como o método alemão da Certificação da Qualidade RAL-GZ 428 - Produtos Reciclados Provenientes de Madeira Usada, elaborado pela Associação para a Qualidade da Reciclagem de Madeira Usada (GGR, 1997).

2.2.2 Aspectos económicos

Os aspectos económicos condicionam, em grande medida, as opções de gestão tomadas para a madeira recuperável, continuando o debate sobre quais são as opções mais vantajosas, em termos económicos, para cada uma das questões que a seguir se colocam (Merl *et al.*, 2007):

- Reciclar sempre que possível, ou utilizar matéria-prima virgem?
- Produzir energia a partir de resíduos de madeira ou a partir de outros produtos?
- Comprar matéria-prima virgem ou reciclar e gerar energia a partir de resíduos de madeira?
- Utilizar resíduos de madeira para produção de energia ou para reciclagem (por exemplo na produção de painéis de aglomerados de partículas)?

No decorrer do Workshop⁶ "*Estimation of Recovered Wood in COST E31 Countries*", foram identificados, pelos delegados presentes, outros factores que se consideraram estar relacionados com aspectos económicos e que acabam por condicionar a opção de gestão da madeira recuperável em cada país (Merl *et al.*, 2007):

- Políticas governamentais:
 - ✓ subsídios para produção de energia,
 - ✓ questões ambientais,
 - ✓ questões de emprego;
- Preços da matéria-prima virgem;
- Preços da energia (gás natural, petróleo, etc.);
- Situação económica mundial;
- Diferenças de custos de estrutura entre instalações de produção de energia e de fabricação de painéis;
- Preços dos resíduos de madeira na fábrica [€/t], que dependem de:
 - ✓ transporte,
 - ✓ classificação,

⁶ No âmbito da Acção COST E31, Lisboa, Novembro de 2006.

- ✓ pré-processamento – estilhagem;
- Espécies de madeira consideradas;
- Teor em humidade (particularmente importante para a produção de energia).

Os valores de mercado da madeira recuperável variam entre os diferentes países (participantes na Acção COST E31), sendo que os valores praticados para resíduos de madeira não contaminada, passível de ser utilizada para produção de energia, estão relacionados com o preço do petróleo, cujos valores subiram cerca de 20% nos últimos anos (Merl *et al.*, 2007).

O mercado dos resíduos de madeira é um dos mercados que apresenta um crescimento mais acelerado no sector industrial da madeira e vem sendo influenciado pelas necessidades do sector dos painéis de aglomerado de partículas e pelo sector da produção de energia. Os dois países maiores importadores de resíduos de madeira são a Itália, para a indústria de produção de painéis, e a Alemanha, com as suas (muito) evoluídas centrais de produção de energia (Merl *et al.*, 2007).

A título de exemplo, apresentam-se no Quadro 2.6 alguns preços de mercado para resíduos de madeira, transaccionados entre Operadores de gestão de resíduos e Recicladores e/ou Instalações de Valorização Energética na Alemanha. Os valores apresentados referem-se a pagamentos efectuados com entrega do material, sendo o transporte a cargo dos Operadores de gestão de resíduos, até às instalações dos destinatários.

Quadro 2.6 Evolução dos preços dos resíduos de madeira no mercado Alemão

Tipo e qualidade da madeira/Ano	Preços ¹ [€/t]								
	2006			2007					
	Outubro			Abril			Outubro		
Madeira sem tratamento, estilha (0-150 mm)	24	-	43	24	-	35	24	-	32
Madeira sem tratamento, pré-triturada (0-300 mm)	13	-	18	10	-	20	10	-	20
Madeira tratada, estilha (0-150 mm)	5	-	12	6	-	13	6	-	15
Madeira tratada, pré-triturada (0-300 mm)	(-8)	-	6	(-8)	-	5	(-8)	-	6
Resíduos de madeira contaminada, estilha (0-150 mm)	(-8)	-	12	(-7)	-	12	(-7)	-	15
Resíduos de madeira contaminada, pré-triturada (0-300 mm)	(-15)	-	0	(-15)	-	0	(-15)	-	3

Fonte: Adaptado de EUWID (2007) ¹ Preços para a Região Sul da Alemanha

Como é possível observar (Quadro 2.6) há grandes variações nos valores praticados, relacionadas com o tipo e qualidade do material disponível, sendo que os valores negativos representam pagamentos efectuados pelos Operadores de gestão de resíduos aos destinatários dos resíduos de madeira.

2.2.3 Aspectos ambientais

Uma gestão adequada da madeira recuperável permitirá minimizar muitos dos impactos ambientais relacionados com estes materiais. Seguidamente listam-se algumas das principais questões referidas pelos delegados dos vários países no Workshop "Estimation of Recovered Wood in COST E31 Countries", passíveis de serem relevantes para análise desta problemática:

- comparação de diferentes opções de gestão;
- efeitos de substituição, como por exemplo, utilização como combustível ou substituição de materiais;
- identificação de indicadores importantes, tais como, gases com efeito de estufa, uso do solo ou acidificação;
- impactos ambientais dos transportes realizados;
- recomendações para a gestão futura de madeira recuperável do ponto de vista ambiental.

Emissões de CO₂

A madeira é um material renovável e em constante crescimento na Europa, oferecendo uma forma de redução das emissões de CO₂, um dos principais responsáveis da alterações climáticas, através de:

- efeito de reservatório de carbono das florestas;
- efeito de armazenamento de carbono nos produtos em madeira;
- substituição de materiais associados a elevadas emissões de carbono.

Quanto ao mercado de emissões, foi estimado que um aumento de 4% no consumo de madeira até 2010, permitiria sequestrar adicionalmente, 150 milhões de toneladas de CO₂ por ano, representando valores de mercado de cerca de 1.8 biliões de euros anuais (CEI-Bois, 2004).

O efeito de reservatório das florestas resulta dos processos de fotossíntese das árvores em crescimento, através da absorção de CO₂ e produção de O₂. Em média, por cada metro cúbico de crescimento, uma árvore absorve o equivalente a 1 tonelada de CO₂, enquanto produz o equivalente a 0.7 toneladas de O₂ (ECCM, 2002).

O efeito de armazenamento de carbono nos produtos em madeira difere do efeito reservatório, uma vez que os produtos em madeira não captam CO₂ da atmosfera, mas actuam antes aumentando o período de tempo que o CO₂ capturado pelas florestas se mantém longe da atmosfera, promovendo ainda o crescimento sustentável das mesmas.

As cerca de 0.9 toneladas de CO₂ armazenadas em 1 m³ de um produto em madeira, são mantidas longe da atmosfera desde a sua produção, durante o seu tempo de vida útil e ainda, nos processos de reutilização e reciclagem, como por exemplo, em painéis de

partículas de madeira, sendo devolvidas à atmosfera através de processos de valorização energética ou pela sua decomposição (CEI-Bois, 2006).

O armazenamento de carbono nos produtos de madeira tem um papel significativo na redução dos gases com efeito de estufa, estando estimado um armazenamento de 60 milhões de toneladas (Frühwald, 2003).

Outro factor importante que contribui para a redução das emissões de CO₂, está relacionado com o facto de a madeira ter um processo de produção de elevada eficiência energética, conferindo aos produtos uma “pegada de carbono” reduzida. Esta característica permite que este material seja ainda mais atractivo para substituição de outros materiais que requerem quantidades de energia bem superiores na sua fase de produção, tais como, aço, alumínio, betão ou plástico. Adicionalmente, na grande maioria dos casos, a energia necessária para processar e transportar a madeira é inferior à energia armazenada, pelo processo de fotossíntese (CEI-Bois, 2006).

Cada metro cúbico de madeira utilizada como substituto de outro material de construção reduz as emissões de CO₂, uma média de 1.1 toneladas. Se a este valor, forem somadas as 0.9 toneladas de CO₂ armazenadas nos produtos em madeira, cada metro cúbico de madeira poupa a emissão de 2 toneladas de CO₂. Com base nestes cálculos, um aumento de 10% na quantidade de habitações em madeira na Europa, equivaleria a 25% das reduções necessárias previstas no protocolo de Quioto (Frühwald, 2003).

Segundo estimativas recentes, a duração média dos produtos em madeira, varia entre 2 meses, como é o caso dos jornais, e 75 anos, para os produtos em madeira utilizados em construções. Quanto mais longo for o tempo de vida destes produtos, melhor para o estado do ambiente, não só pelo melhor aproveitamento dos recursos florestais, mas também, pela redução do consumo de energia, associada à produção de novos produtos. Independentemente do período em que o CO₂ se encontra armazenado nos produtos em madeira, quanto maior for a quantidade de produtos em madeira, relativamente à utilização de outros materiais, maior será a redução de CO₂ na atmosfera, e neste sentido aumentar o consumo de produtos em madeira é uma forma de combater as alterações climáticas (CEI-Bois, 2006).

A utilização de madeira recuperável, na forma de subprodutos da indústria da madeira, ou de outros produtos em fim de vida, para a produção de energia é o último estágio do ciclo desta matéria-prima. A valorização energética (verificada quando já não é possível outro tipo de valorização) permite evitar que este recurso se desperdice com a sua deposição em aterro, e seja utilizado como substituto aos combustíveis fósseis. Os produtos combustíveis em madeira apresentam vantagem relativamente a outros combustíveis porque são neutros em carbono, pois apenas devolvem para a atmosfera o CO₂ retirado pelas árvores em crescimento, ou seja, pode concluir-se que a combustão

de madeira não contribui para o aquecimento global nem para o efeito de estufa (CEI-Bois, 2006).

Princípio da precaução

O princípio da precaução pode ser definido como a acção sobre a ameaça de efeitos sérios e irreversíveis no ambiente ou saúde, ou seja, a falta de certeza não deverá ser usada como razão para não se tomarem decisões sobre as possíveis causas desses efeitos (Vaz, 2006).

A utilização do princípio da precaução é cada vez mais uma necessidade nas questões da política de ambiente visto que, por um lado, cada vez mais se conhece a limitação do papel da ciência e da sua incerteza a todos os níveis e, por outro, estamos perante uma sociedade cada vez mais activa e participativa.

A problemática da incerteza na ciência está relacionada com a possibilidade da ciência dar respostas incorrectas, não as ter ou, por vezes, nem sequer as poder ter e como tal, o desafio é comunicar a ciência de maneira mais transparente, tentando identificar os valores e crenças que lhe estão associados.

A ciência não poderá nunca substituir uma decisão política e, para resolver o problema da incerteza da ciência, é necessário começar por admitir a sua existência, abrindo o processo político às seguintes questões (Vaz, 2006):

- transparência e livre acesso à informação;
- participação pública;
- considerar outros tipos de conhecimento;
- aceitar que os valores inerentes às decisões existem e têm lugar ao lado dos factos;
- interdisciplinaridade.

A abertura, transparência e livre acesso à informação permitirão um maior envolvimento e participação dos cidadãos no processo de tomada de decisão, com a responsabilidade como factor fundamental nas decisões.

Segundo Nunes (2006), como forma de melhorar a relação entre conhecimento, intervenção e responsabilidade, devem seguir-se algumas recomendações para a definição e o enquadramento de problemas:

- ser suficientemente amplos para incluir o conjunto das entidades, processos, relações e modos de conhecimento que podem ser relevantes para compreender, formular e dar resposta ao(s) problema(s);
- rejeitar dicotomias, oposições e demarcações que fragmentam ou limitam a compreensão e criam inclusões e exclusões prematuras;
- reconhecer a inseparabilidade do “interno” e do “externo” e a sua co-produção;
- determinar a adequação (ou não) de explicações causais de tipo reducionista;
- não confundir ignorância com irrelevância;
- ter em conta a história, o tempo e a irreversibilidade;

- ter em conta ausências e emergências;
- ter em conta diferenças de poder, de recursos e de voz entre actores;
- considerar as consequências dos diferentes modos de construir os problemas e das diferentes respostas.

A precaução funcionará enquanto “acção com medida” como padrão para a intervenção quando existem dúvidas sobre tipo de incerteza e há razões para temer efeitos adversos: impacto, extensão, cumulatividade, irreversibilidade (Nunes, 2006).

A aplicação do princípio da precaução na gestão do recurso madeira recuperável, pode ser muito útil sempre que, por exemplo, existirem dúvidas por parte de algum dos operadores do sistema, relativamente à qualidade do material disponível. A presença de contaminantes, tanto no caso da reciclagem em painéis, como na utilização para produção de energia, pode trazer graves problemas de saúde pública que deverão ser evitados a todo o custo.

3 Produção de madeira recuperável

A madeira recuperável resulta, por um lado, dos subprodutos do sector da madeira e mobiliário e por outro, da produção de resíduos, fruto da chegada ao fim do seu ciclo de vida dos produtos em madeira, produzidos e colocados no mercado pelo mesmo sector. Estes materiais encontram-se dispersos por diversos fluxos de gestão de resíduos, que variam de acordo com a entidade/indivíduo responsável pela sua produção.

Como forma de estimar as quantidades totais de madeira recuperável produzida em Portugal, nos capítulos seguintes apresenta-se a informação recolhida em trabalhos realizados para estudo de alguns fluxos específicos de resíduos.

3.1 Caracterização do sector da Madeira e Mobiliário

Neste ponto, faz-se uma breve caracterização do sector da Madeira e Mobiliário, por ser aquele que mais contribui para a produção de madeira recuperável, quer através de subprodutos resultantes das actividades que trabalham a matéria-prima madeira, quer através da produção e colocação no mercado de produtos em madeira.

O sector da Madeira e Mobiliário, também conhecido por “Fileira da Madeira” é constituído por 7 649 empresas, as quais empregam aproximadamente 68 125 trabalhadores (AIMMP, 2007), representando 5.6% do PIB e 11.6% das exportações (Agroportal, 2007).

No Quadro 3.1 são apresentados o número de empresas e trabalhadores repartidos por cada uma das “divisões” da Associação dos Industriais de Madeira e Mobiliário de Portugal (AIMMP), sendo igualmente indicadas as subclasses incluídas segundo a Classificação Portuguesa das Actividades Económicas – Revisão (CAE-Rev.2.1).

Quadro 3.1 Caracterização do número de empresas e trabalhadores

Divisões (AIMMP)	N.º empresas	N.º trabalhadores	Grupos e Subclasses (CAE-Rev.2.1)
Serração	675	8 222	20101 e 20102
Painéis	44	2 478	20201, 20202 e 20203
Carpintaria	3 079	19 734	20301, 20302, 20400, 20512 e 20511
Mobiliário	3 851	37 691	36110, 36120, 36130 e 36141
TOTAIS	7 649	68 125	

Fonte: AIMMP (2007)

Da análise do Quadro 3.1 é possível verificar que o subsector do Mobiliário é aquele que apresenta um maior número de trabalhadores e de empresas, representado cerca de 55% dos trabalhadores do sector e 50% das empresas.

Na revisão 2.1 da CAE, o Sector da Madeira e Mobiliário englobava a Divisão 20 - “Indústria da madeira” e a Divisão 36 - “Fabricação de mobiliário”. No caso específico

dos produtos em madeira, as subclasses que aqui interessa considerar, são as apresentadas no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 Actividades da indústria da Madeira e Mobiliário segundo CAE–Rev.2

Divisão	Subclasse (CAE)	Actividades da indústria da Madeira e Mobiliário
20	20101	Serração de madeira
	20102	Impregnação de madeira (Preservação)
	20201	Fabricação de painéis de partículas de madeira
	20202	Fabricação de painéis de fibras de madeira
	20203	Fabricação de folheados, contraplacados, lamelados e de outros painéis
	20301	Parqueteria
	20302	Carpintaria
	20400	Fabricação de embalagens de madeira
	20511	Fabricação de caixões mortuários em madeira
	20512	Fabricação de outras obras de madeira, n.e.
36	36110	Fabricação de cadeiras e assentos
	36120	Fabricação de mobiliário para escritório e comércio
	36130	Fabricação de mobiliário para cozinha
	36141	Fabricação de mobiliário de madeira para outros fins

Fonte: Adaptado de CAE-Rev.2.1

Apesar da CAE-Rev.2.1 ter sido revogada pela CAE - Rev.3, regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 381/2007, de 14 de Novembro, optou-se por apresentar os resultados obtidos nos vários trabalhos com base na revisão da CAE em vigor à data, para evitar a introdução de erros e incorrecções.

Caracterização dos processos de fabrico

Tendo em consideração as semelhanças existentes entre os processos de fabrico de diferentes subclasses, optou-se por agrupá-las, conforme INETI (2001b):

- Serração de Madeira (CAE 20101);
- Impregnação de Madeira (Preservação) (CAE 20102);
- Painéis de Fibras e de Partículas de Madeira (CAE 20201, 20202);
- Fabricação de Folheados, Contraplacados, Lamelados e Outros (20203);
- Parqueteria (CAE 20301);
- Carpintaria (CAE 20302, 20400, 20511, 20512);
- Fabrico de Mobiliário de Madeira (CAE 36110, 36120, 36130, 36141).

Nas figuras Figura 3.1 a Figura 3.6 são apresentados diagramas dos processos de fabrico típicos de cada um dos subsectores industriais referidos, sendo igualmente identificadas as operações unitárias geradoras de resíduos. Saliente-se que a discriminação dos resíduos gerados é feita mais à frente, bem como, a sua potencial forma de valorização.

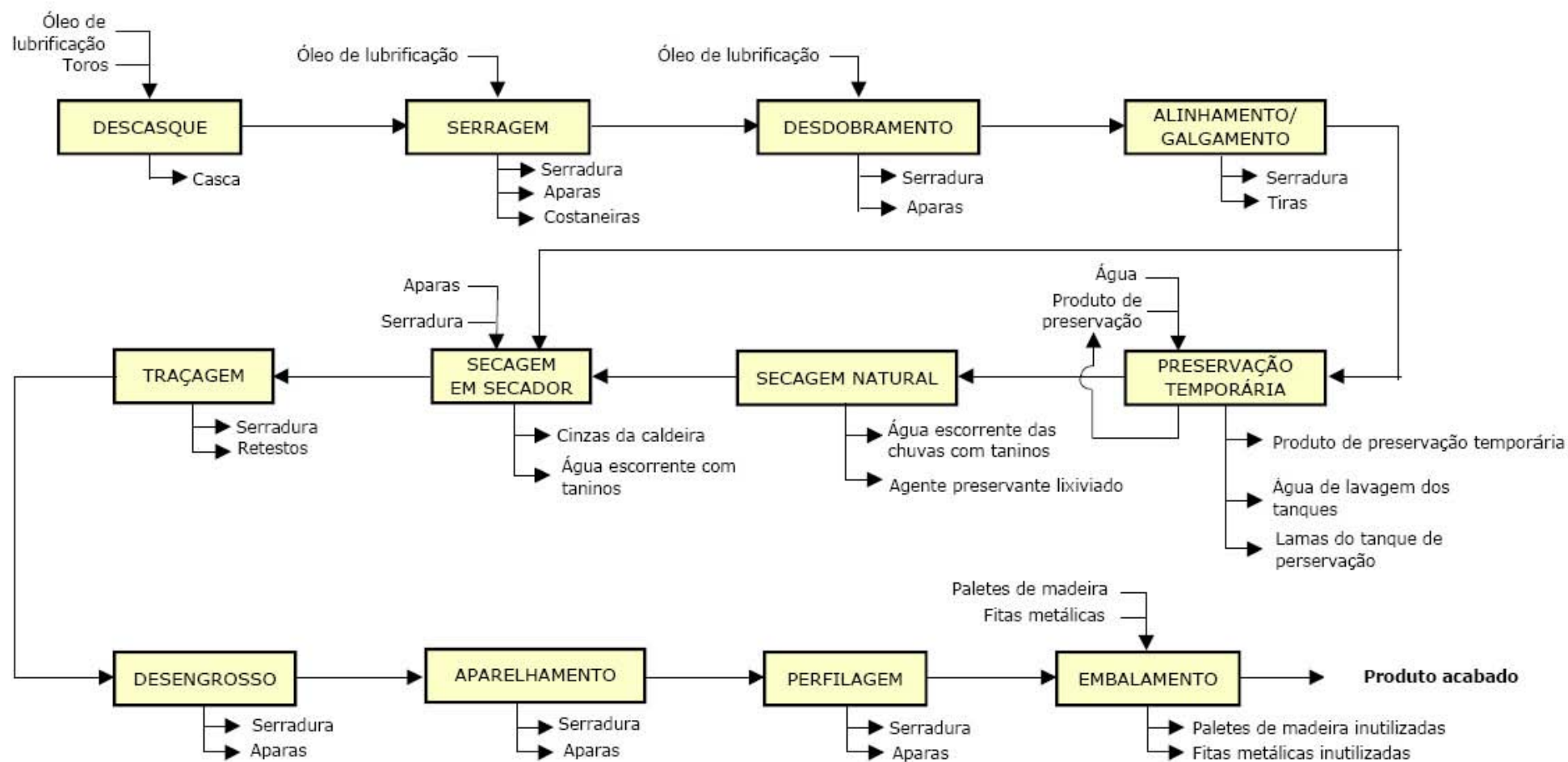


Figura 3.1 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Serração de Madeira (adaptado de INETI, 2001b)

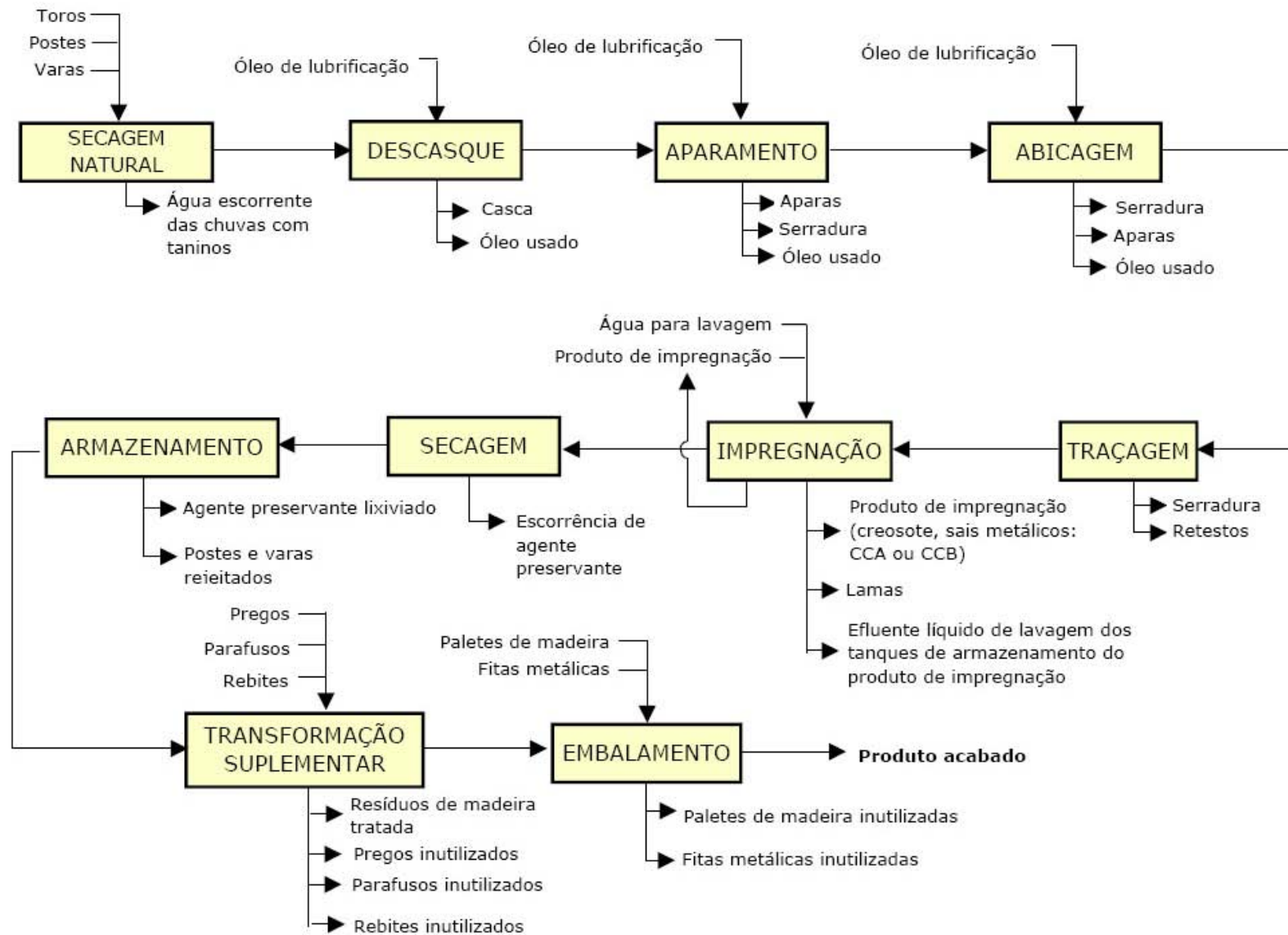


Figura 3.2 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Impregnação de Madeira (adaptado de INETI, 2001b)

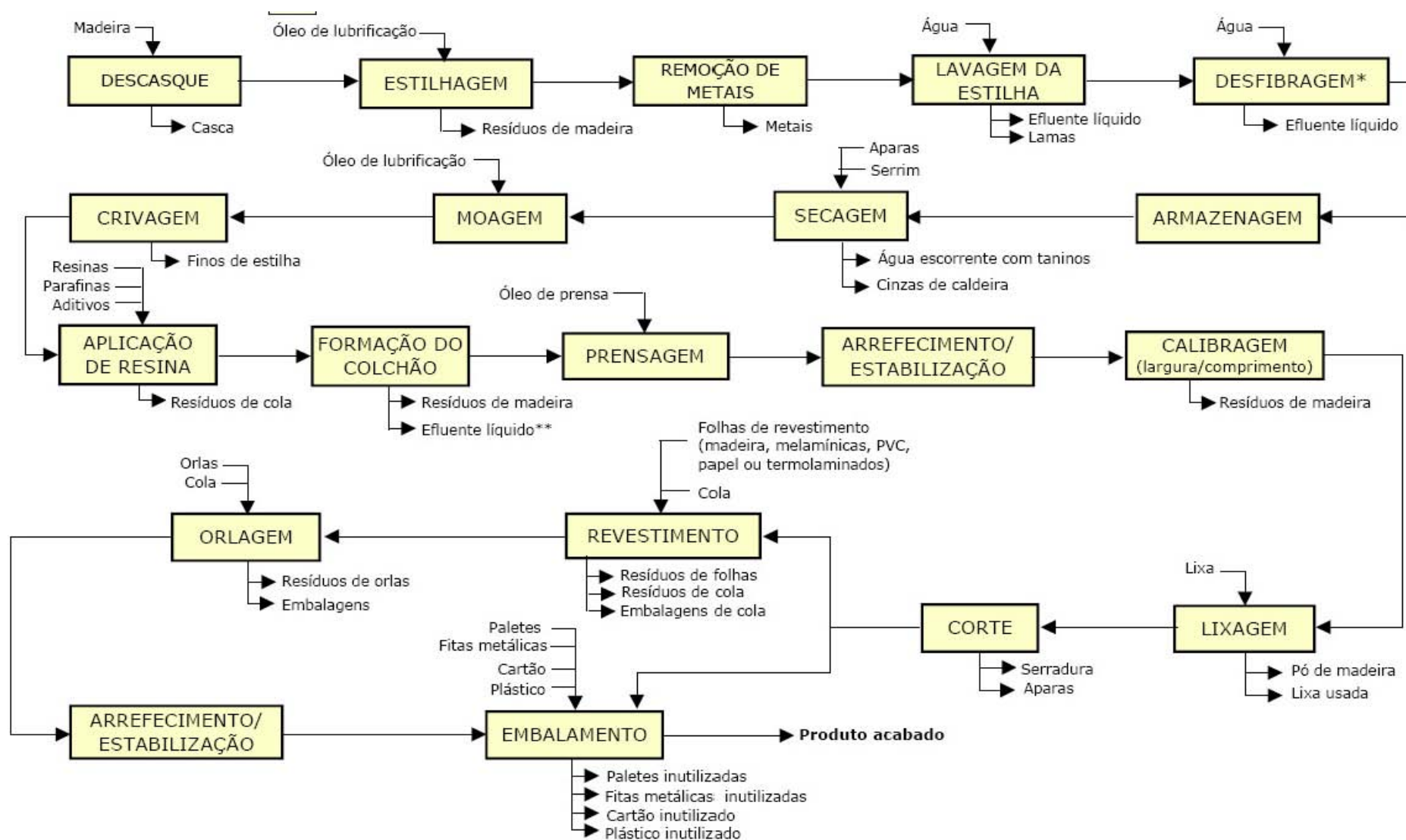


Figura 3.3 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Painéis de Fibras e de Partículas de Madeira *só aplicável no fabrico de painéis de fibras **no caso da fabricação de painéis de fibras de alta densidade por via húmida (adaptado de INETI, 2001b)

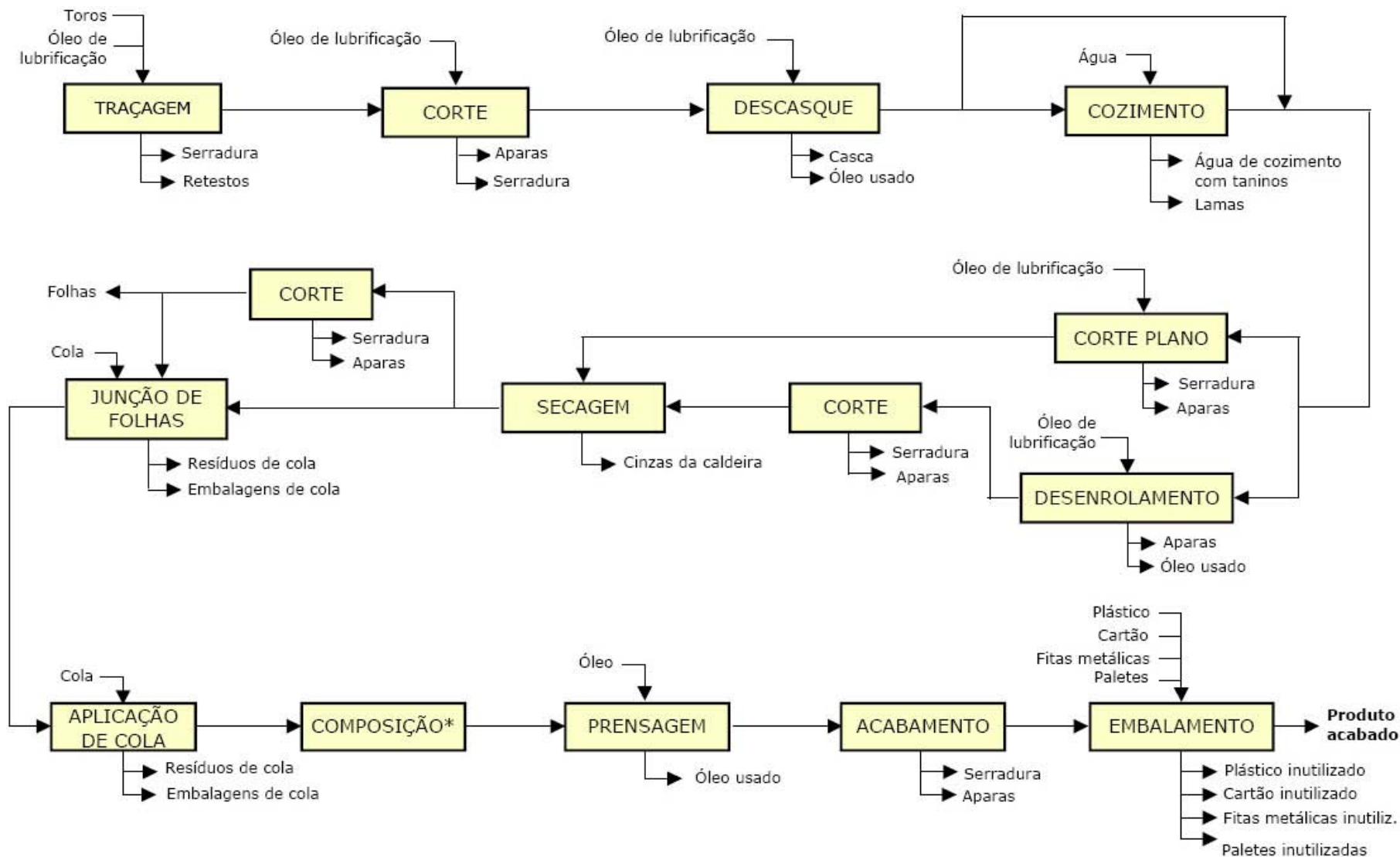


Figura 3.4 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Fabricação de folheados, contraplacados e lamelados *na composição há diferentes operações e materiais, conforme se trate de laminados, contraplacados ou lamelados folheados (adaptado de INETI, 2001b)

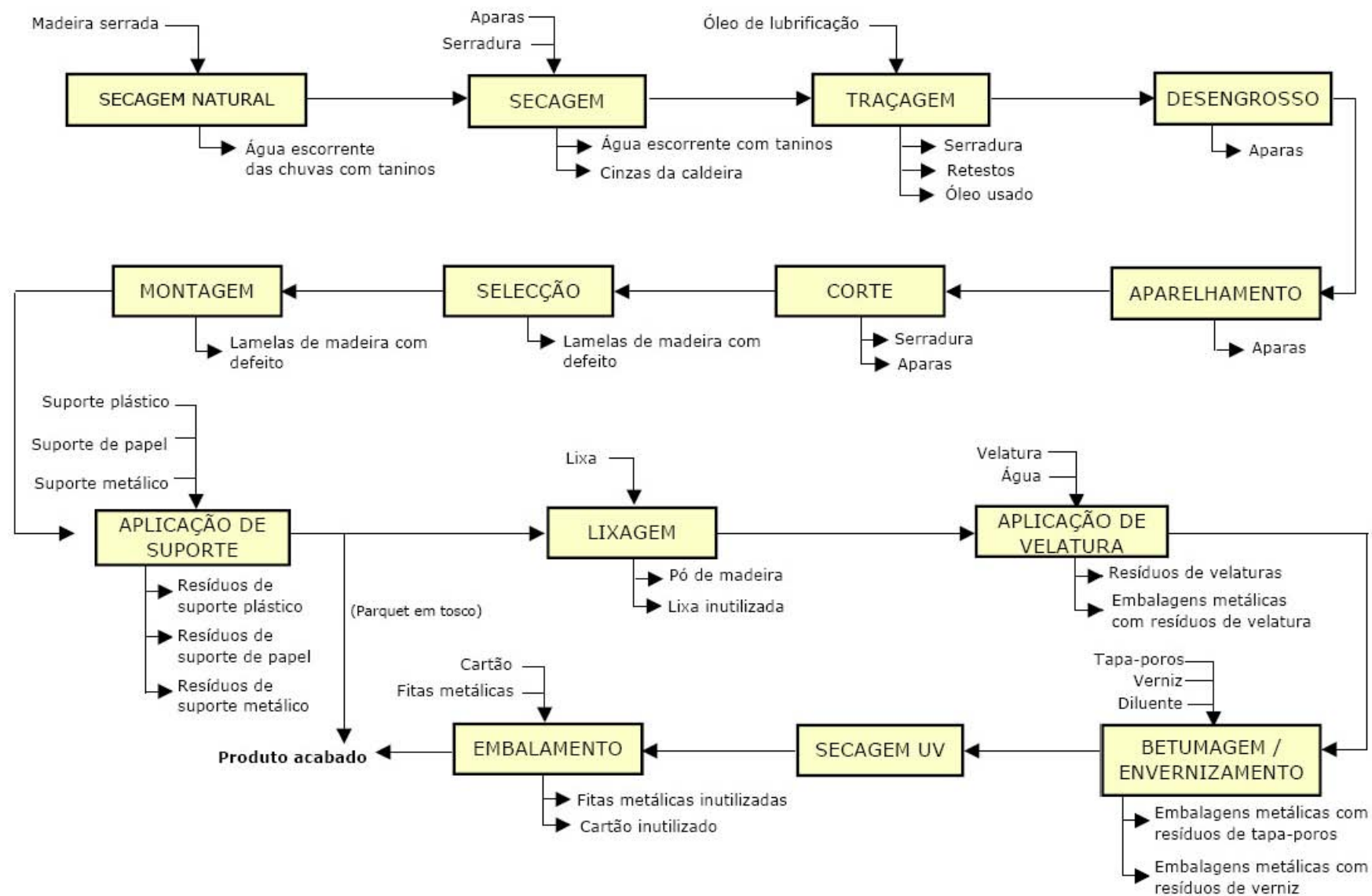


Figura 3.5 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Parqueteria (adaptado de INETI, 2001b)

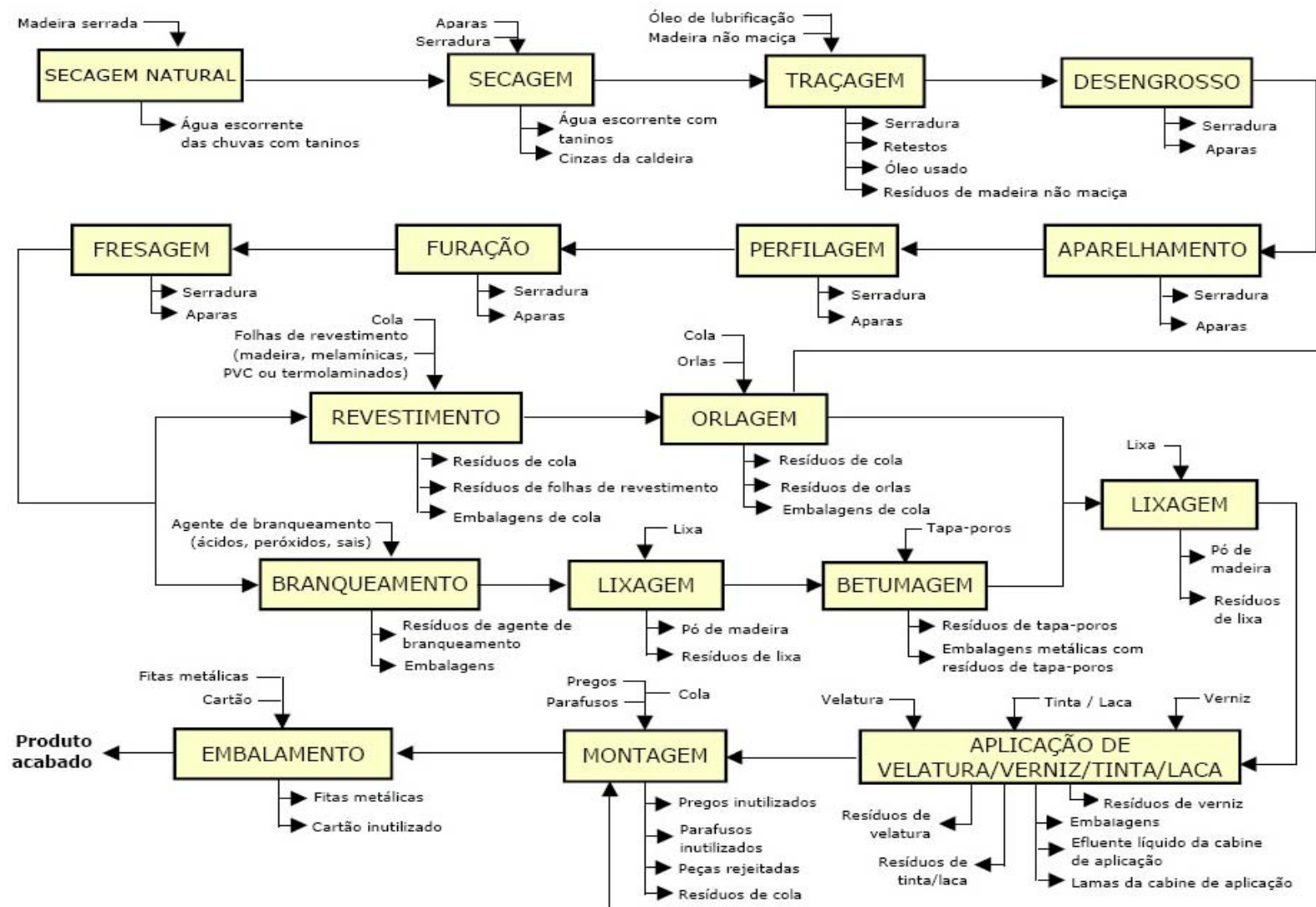


Figura 3.6 Diagrama do processo de fabrico típico do subsector da Fabrico de Mobiliário de Madeira e Carpintaria (adaptado de INETI, 2001b)

Os processos de fabrico do sector da madeira e mobiliário são constituídos por inúmeras operações unitárias. A título de exemplo, e por serem as mais representativas, agruparam-se algumas operações unitárias que a seguir se descrevem: preparação da matéria-prima; tratamento ou impregnação; maquinagem; montagem e acabamentos. Para cada uma das operações descritas são identificados os resíduos e/ou subprodutos produzidos, assim como as suas potenciais formas de valorização (INETI, 2001b).

Preparação da matéria-prima

A preparação de matéria-prima integra operações relacionadas com o tipo de produto a fabricar, genericamente: descasque, traçagem, serragem, retestagem, desdobragem, desengrosso, galgagem/alinhamento, aparelhagem e secagem.

Destas operações resultam os seguintes resíduos de madeira: serradura ou serrim, aparas e retestos de madeira e casca. Estes resíduos são utilizados na indústria de aglomerados, em explorações avícolas e para valorização energética, com aproveitamento das cinzas geradas para aplicação nos solos ou incorporação em adubos (INETI, 2001b).

Impregnação

O tratamento por impregnação consiste em dotar a madeira com características de maior durabilidade e de maior resistência a fungos e insectos. Desta operação resultam dois tipos de resíduos: resíduos dos banho de tratamento e lamas que se acumulam nos tanques de tratamento, constituídas por resíduos de madeira, areia e poeiras (INETI, 2001b).

Este tratamento difere daquele utilizado no subsector da serração (subclasse 20101) e da carpintaria (apenas subclasse 20400), nos quais existe um tratamento apenas de carácter preventivo e temporário, para evitar o apodrecimento da madeira a curto prazo (INETI, 2001b).

Maquinagem

A maquinagem engloba um conjunto de operações unitárias que permitem intervenções mecânicas sobre a madeira, nomeadamente: traçagem, desengrosso, calibragem, galgamento, aparelhamento, perfilagem, fresagem e furação.

Destas operações resultam serrim e aparas de madeira, que têm utilização análoga à referida no processo de "Preparação da matéria-prima" (INETI, 2001b).

Montagem

A montagem, produção dos produtos finais a partir da junção das várias peças, pode envolver colagem e aplicação de elementos de outros materiais, como o plástico e o metal.

Os resíduos resultantes são constituídos por peças rejeitadas, parafusos, ferragens estragadas, pregos, elementos em plástico e alguns resíduos de cola (INETI, 2001b).

Acabamentos

Este processo permite que o produto final tenha um aspecto mais agradável e fique dotado de maior resistência, tanto mecânica como a agentes externos. Pode envolver diferentes operações: branqueamento, aplicação de velaturas, betumagem, lixagem, lacagem, envernizamento, secagem do verniz/laca ou revestimento com painéis melamínicos ou termolaminados.

Nesta fase, os resíduos produzidos são essencialmente: pó de madeira; lamas provenientes das cabinas de aplicação por aspersão com cortinas de água; e restos de verniz, de tintas, de lacas, de betumes e de velaturas. Todos estes resíduos, com excepção do pó de madeira, não têm qualquer tipo de valorização e têm de ser armazenados até serem reencaminhados para um destino final adequado (INETI, 2001b).

3.2 Estimativas de produção de resíduos de madeira

3.2.1 Resíduos industriais

Para a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), as principais actividades que produzem “resíduos industriais” (RI), são (INR, 2007):

- Indústria extractiva;
- Indústria transformadora;
- Indústria da produção e distribuição de electricidade, gás e água;
- Indústria de restauração, “Catering”.

Não esquecendo que a estratégia nacional no âmbito dos RI assentou (e assenta) em dois documentos base essenciais: Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais (PESGRI) e o Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI), e para prossecução deste trabalho, serão apresentados alguns resultados e análise destes documentos, assim como de outros trabalhos considerados de interesse para determinação do que já foi feito em termos da quantificação de RI de madeira produzidos em Portugal. As estimativas que a seguir se apresentam foram publicadas nos seguintes trabalhos:

- Contratos de Adaptação Ambiental – Fileira da Madeira (dados de 1997 a 1999);
- Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais’2001 (dados de 1999);
- Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (dados de 1998) e
- Estudo de Inventariação de Resíduos Industriais (dados de 2001).

Contratos de Adaptação Ambiental

Os Contratos de Adaptação Ambiental (CAA) foram celebrados entre Março de 1997 e Fevereiro de 1998, tendo como outorgantes, por parte da Administração Pública, o Ministério do Ambiente (MA), e por parte do sector industrial privado e cooperativo, as diferentes associações industriais (MA, 2000a).

No final do período de adaptação foram apresentados os resultados no “Relatório Final de Balanço dos Contratos de Adaptação Ambiental”, com a definição e análise do que foram as alterações e/ou adaptações verificadas nas unidades industriais abrangidas por cada CAA (MA, 2000a).

Sector “Fileira da Madeira”

O Sector “Fileira da Madeira” foi abrangido por estes Contratos, que tiveram por base a concessão de um prazo às empresas aderentes para adaptação à legislação ambiental vigente àquela data, no que se referia a: efluentes líquidos, emissões atmosféricas, resíduos e ruído. As empresas que aderiram comprometeram-se a empreender as acções necessárias para, até final de 1999, cumprir com todas as exigências ambientais consagradas na legislação então em vigor (MA, 2000a).

Problemas ambientais do sector

Cada empresa aderente ao CAA do sector “Fileira da Madeira”, ficou responsável por identificar os seus próprios problemas ambientais – “Caracterização da situação ambiental” – assim como definir soluções para os problemas identificados (MA, 2000a).

No relatório “Balanço dos Contratos de Adaptação Ambiental – Sector Fileira da Madeira” (MA, 2000b), foram consideradas 494 unidades industriais, com 54% dos aderentes localizados na região Norte de Portugal. A distribuição dos aderentes por tipo de processo produtivo (Figura 3.7) considerou dados fornecidos pela Associação dos Industriais de Madeira e Mobiliário de Portugal (AIMMP), abrangendo 87% dos aderentes a este CAA, ou seja, 432 unidades (MA, 2000a).

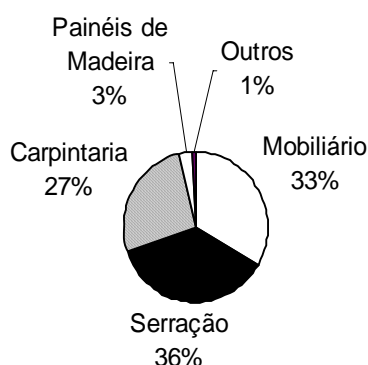


Figura 3.7 Distribuição dos aderentes ao CAA Sector “Fileira da Madeira”, por tipo de processo produtivo (adaptado de MA, 2000b)

Tendo em conta os diferentes processos produtivos, o sector foi subdividido em quatro subsectores de actividade: Mobiliário, Serração, Carpintaria e Painéis de Madeira, apesar do conhecimento de que é comum estes processos se cruzarem, resultando em processos produtivos que por vezes abrangem mais do que uma destas actividades (MA, 2000a).

Balanço do CAA na “Fileira da Madeira”

Com o objectivo de fazer um balanço ao desempenho dos aderentes, foi-lhes enviado um inquérito para recolha de informação. Após esta primeira fase, foi realizada uma análise quantitativa e qualitativa dos dados recolhidos, para cada um dos aderentes, no que respeitava aos quatro aspectos ambientais referidos anteriormente (efluentes líquidos, emissões atmosféricas, resíduos e ruído).

No caso específico dos resíduos, encontra-se resumido no Quadro 3.3 qual o tipo de informação recolhida e os principais problemas encontrados (MA, 2000b).

Quadro 3.3 Resumo da informação recolhida para o aspecto ambiental “resíduos” e principais problemas encontrados

Informação recolhida	Problema encontrado
Tipificação dos resíduos produzidos	-
Preenchimento do mapa de registo de RI (MRRI)	Não preenchimento do MRRI
Preenchimento das guias de acompanhamento de transporte de resíduos	Não preenchimento das guias de acompanhamento do transporte de resíduos
Destino final dos resíduos	Gestão de resíduos por entidades não licenciadas Destino final dos resíduos industriais incorrecto, ou mesmo indefinido
Medidas de minimização da produção de resíduos	-

Fonte: Adaptado de MA (2000b)

O nível de resposta foi de 60% (294 inquéritos) dos aderentes a este CAA. Quanto à análise de fiabilidade e para o aspecto “resíduos”, apenas foi avaliado o item “preenchimento do MRRI”, com uma fiabilidade de 96%. Todos os outros itens não foram avaliados, por não existir informação em quantidade e qualidade que permitisse essa análise.

Tipificação dos resíduos produzidos

Na Figura 3.8 apresentam-se os resultados obtidos nos inquéritos, num universo de 189 empresas, realizados em Fevereiro de 2000 e referentes ao tipo de resíduos produzidos no ano de 1999.

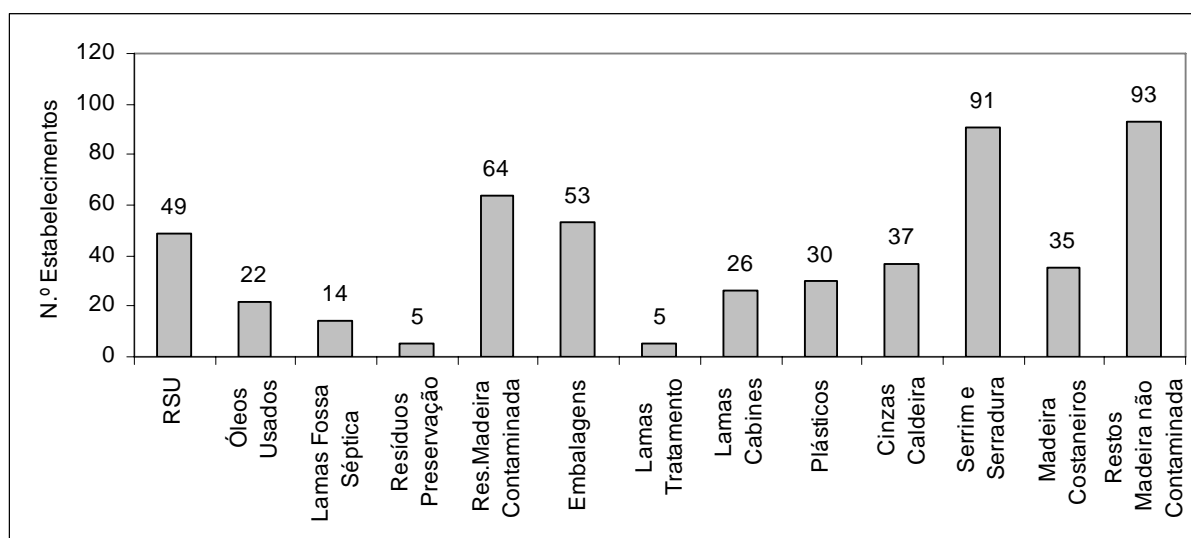


Figura 3.8 Tipificação de resíduos produzidos (adaptado de MA, 2000b)

As maiores quantidades produzidas são as de subprodutos: restos de madeira não contaminada, serrim e serradura e materiais costaneiros; sendo estas superiores às quantidades de outros resíduos produzidos. São ainda significativas as quantidades produzidas de resíduos de madeira contaminada, embalagens e RSU (MA, 2000a).

Preenchimento do MRRI

Durante o CAA, entre os anos de 1997 e 1999, verificou-se um aumento no número de aderentes, num universo de 294 empresas, que passaram a preencher o respectivo MRRI (Figura 3.9).

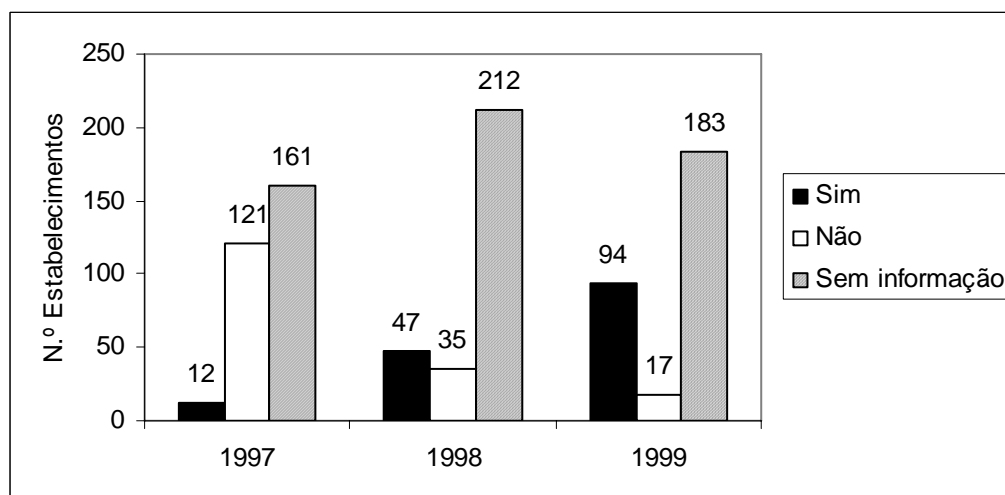


Figura 3.9 Preenchimento do MRRI (adaptado de MA, 2000b)

No final do contrato, 94 unidades, do universo das 294 empresas analisadas, preenchiem o MRRI, contra apenas 12 que o faziam no início do CAA (MA, 2000a).

O aumento do número de empresas que passaram a preencher o MRRI pode ter sido um factor importante para o melhor conhecimento das quantidades de resíduos produzidos neste tipo de processos industriais.

Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais

Em 1999, foi publicado o Decreto-Lei n.º 516/99, de 2 de Dezembro, que aprovou o Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais (PESGRI'99), onde foram definidos os princípios estratégicos a que deveria obedecer a gestão de RI, no território nacional. Este Plano foi objecto de duas revisões, uma em 2000 e outra em 2001 (INR, 2007).

O PESGRI assentou em alguns princípios fundamentais, tendo como base a hierarquia das opções de gestão estabelecida na Estratégia Comunitária de Gestão de Resíduos adoptada por Resolução do Conselho de Ministros da União Europeia, de 24 de Fevereiro de 1997, e que preconizou, preferencialmente, a prevenção, seguida de reutilização, reciclagem, valorização e a deposição em aterro como destino final, esgotadas todas as outras soluções (INR, 2007). No PESGRI'2001 foram apresentados os resultados referentes às actividades que produzem RI: Indústria Extractiva; Indústria Transformadora; Indústria da Produção e Distribuição de Electricidade, Gás e Água e Indústria de Restauração/"Catering" (ver capítulo 3.2).

No contexto deste trabalho, e por se pretender estudar apenas os resíduos de madeira, optou-se por se apresentarem apenas os resultados referentes ao sector "Fileira da Madeira" da Indústria Transformadora. No Quadro 3.4 está representada a distribuição das cerca de 17 986 empresas do sector, num total de 73 409 empresas, que constituíam a Indústria Transformadora (INR, 2001).

Quadro 3.4 Estrutura da Indústria Transformadora

Divisões (CAE–Rev.2)	N.º Empresas
Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras; fabricação de obras de cestaria e de espartaria	8 277
Fabricação de mobiliário, outras indústrias transformadoras, n.e.	9 709
...	...
Total da indústria transformadora	73 409

Fonte: Adaptado de INR (2001)

Os resultados apresentados no PESGRI'2001 tiveram por base os MRRI referentes ao ano de 1999, preenchidos pelas empresas abrangidas pela Portaria n.º 792/98, de 22 de Setembro, em vigor àquela data. As 6 689 empresas que preencheram os MRRI, representavam, em termos de produção de resíduos, as quantidades representadas no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 Produção de resíduos industriais (preenchimento dos MRRI)

Resíduos	Quantidade [t]
Industriais Banais (RIB)	17 215 477
Industriais Perigosos (RIP)	152 756
Total produzido declarado	17 368 233

Fonte: INR (2001)

A repartição destes RI, para o ano de 1999, por código CER e código LER, foi a que se apresenta no Quadro 3.6. A soma dos vários tipos de resíduos industriais de madeira representava cerca de 17 % da totalidade de RIB produzidos.

Quadro 3.6 Produção de resíduos industriais de madeira, por código CER e LER

Código CER	Código LER	Descrição	Quantidades [t]
03 01 01		Resíduos do descasque de madeiras e cortiça	589 224
03 01 02	03 01 05	Serradura	614 029
03 01 03	03 01 05	Aparas, fitas de aplainamento, restos de madeira, de aglomerados e de folheados	1 521 036
03 01 99		Outros resíduos não especificados	45 069
15 01 03		Embalagens de madeira	134 364
17 02 01		Resíduos de construção e demolição: madeira	989
20 01 07	15 01 03	Resíduos urbanos e resíduos similares do comércio, indústria e serviços incluindo as fracções recolhidas selectivamente: madeira.	7 739
Total			2 912 450

Fonte: Adaptado de INR (2001)

Da totalidade dos resíduos produzidos nas actividades relacionadas com a indústria da “Fileira da Madeira” código CER 03 01, foi possível verificar que as quantidades mais significativas, cerca de 55% (Quadro 3.6), eram resíduos classificados com o código CER 03 01 03, referente a “aparas, fitas de aplainamento, restos de madeira, de aglomerados e de folheados”, a que se seguia a “serradura”, com 22%, e os “resíduos do descasque de madeiras e cortiça”, com 21%.

Quanto à totalidade dos RI de madeira produzidos em 1999, verificou-se que a fracção mais representativa provinha precisamente da actividade das indústrias da “Fileira da Madeira”, CER 03 01 03 e LER 03 01 05, seguindo-se os resíduos de embalagens de madeira, CER e LER 15 01 03.

Quanto à distribuição dos RI produzidos, por actividade económica (CAE-Rev.2), como resultado da análise dos MRRI referentes a 1999, foi a seguinte (Quadro 3.7).

Quadro 3.7 Produção de resíduos por actividade económica

Divisão (CAE - Rev.2)	N.º MRRI	RIB [t]	%	RIP [t]	%	RI Total [t]	%
20	557	2 476 645	14.4	1 099	0.7	2 477 742	14.3
36	424	350 107	2.0	817	0.5	350 923	2.0
Totais¹	6 689	17 215 477	100	152 755	100	17 368 233	100

Fonte: Adaptado de INR (2001) ¹ totalidade das empresas da indústria transformadora que preencheram os MRRI em 1999

Na totalidade dos RI declarados nos MRRI de 1999, os resíduos do sector industrial, “Fileira da Madeira” representaram cerca de 16% dos RI produzidos em Portugal.

Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais

A elaboração do Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI) pretendeu dar cumprimento ao objectivo 1C do PESGRI, Decreto-Lei n.º 516/99, de 2 de Dezembro, no seu capítulo 3 (INETI, 2001a). O objectivo do PNAPRI era a redução da quantidade e perigosidade dos RI gerados nos sistemas produtivos, promovendo e dinamizando a adopção, por parte das empresas industriais, de medidas e de tecnologias de prevenção (INETI, 2001a).

Em consequência, o impacte esperado era o de que desde o seu início, e ao longo dos anos, a quantidade e a perigosidade dos resíduos resultantes da actividade industrial evoluísse tendencialmente para uma redução relativa, mas variável de sector para sector, atenuando ou mesmo anulando, em alguns sectores, o efeito do crescimento da produção industrial. O âmbito de actuação do PNAPRI estava limitado à prevenção dentro dos sistemas produtivos, incluindo a reciclagem interna e/ou a reutilização de resíduos, de produtos intermédios e de fluxos líquidos residuais, permanecendo de fora o tratamento e a valorização dos resíduos em circuitos externos aos sistemas de fabrico (INETI, 2001a). A selecção dos sectores industriais-alvo foi, por sugestão do então Instituto dos Resíduos (INR), a maioria dos sectores industriais que tinham celebrado CAA, aos quais foram ainda acrescentados outros, perfazendo um total de 19 sectores (INETI, 2001a).

O trabalho foi dividido em duas fases, conforme informação constante do Quadro 3.8, com o objectivo de concentrar esforços, para se proceder ao levantamento da situação nacional em termos de RI, caracterização dos processos de fabrico, identificação das operações geradoras de resíduos, bem como caracterização em termos técnicos e económicos das tecnologias e medidas de prevenção aplicáveis e adaptadas à realidade nacional (INETI, 2001a).

Quadro 3.8 Sectores industriais seleccionados

Sectores seleccionados em 1ª fase Caracterização e Guias Técnicos (elaborados em 1999/2000)	Outros sectores seleccionados Caracterização e Guias Técnicos (elaborados até final de 2000)
Metalúrgica e Metalomecânica	Cerâmica
Têxtil	Cortiça
Borrachas e Recauchutagem de Pneus	Indústria Marítima
Curtumes	Lacticínios
Indústrias Gráficas e de Transformação de Papel	Óleos Vegetais, Derivados e Equiparados
Madeira e Mobiliário	Material Eléctrico e Electrónico
Tintas, Vernizes e Colas	Papel e Cartão
Químico	Pedras Naturais
Calçado	Protecção das Plantas
Tratamentos de Superfície	

Fonte: Adaptado de INETI (2001a)

No caso específico dos 10 sectores primeiramente analisados (Quadro 3.8), a projecção de quantitativos de RI apontou para uma redução relativa de cerca de 20%, tanto para a totalidade dos RI, como para os resíduos industriais perigosos (INETI, 2001a).

Na referida 1ª Fase, foram elaborados 10 “Guias Técnicos Sectoriais” de carácter Técnico e Económico, que abordaram os seguintes temas:

- caracterização do sector: actividades industriais, distribuição geográfica e outros indicadores;
- resíduos industriais: global para o sector, por subsector de grupos de actividades, hierarquização dos resíduos pela sua perigosidade e quantidades;
- correlação dos resíduos com as operações/processos que os geram por subsector ou grupos de actividades;
- potencial de prevenção dentro do sector;
- análise da viabilidade técnica e económica e do impacte ambiental das tecnologias e medidas de prevenção;
- análise da atractividade do investimento.

Fontes de recolha de dados

A caracterização dos sectores industriais estudados foi realizada tendo por base, em parte, informação já existente e por outro lado, informação que foi recolhida através de inquéritos e visitas às empresas. De forma resumida, as fontes de dados foram as seguintes (INETI, 2001a):

- MRRI;
- documentação anexa aos CAA;
- estudos da empresa Tecninvest, S.A. e estudos disponibilizados por algumas Associações Sectoriais;
- dados estatísticos do Instituto Nacional de Estatística (INE) e do Ministério do Trabalho e da Solidariedade;
- inquéritos e visitas às empresas.

No total, foram contactadas 4 303 empresas, dos primeiros 10 sectores seleccionados, obtendo-se 9.53% de respostas de 410 empresas. Destas, 30 respostas provieram de empresas do sector da Madeira e Mobiliário (INETI, 2001a).

Sector da Madeira e Mobiliário

Este sector já foi descrito no capítulo 3.1 e como tal, nesta parte do trabalho e para enquadramento dos resultados referentes à produção de resíduos de madeira, apenas se apresentam alguns dados do sector aquando da realização do PNAPRI.

No Quadro 3.9 são apresentados dados, à data, da caracterização de cada um dos subsectores mencionados.

Quadro 3.9 Caracterização do sector da Madeira e Mobiliário

Subsectores	N.º Empresas	N.º pessoas ao serviço	Consumo matéria prima (m³)	Localização
Totais	6 998	64 970	6 497 540	
Serração	750	10 617	2 941 176	Norte, Centro, LVT, Alentejo, Algarve, Açores e Madeira
Impregnação	19	432	14 615	Norte, Centro, LVT, Alentejo
Painéis e folheados	39	2 555	1 960 784	Norte, Centro, LVT
Parqueteria	26	668	216 667	Norte, Centro, LVT, Alentejo
Carpintaria	2 470	16 351	871 765	Norte, Centro, LVT, Alentejo, Algarve, Açores e Madeira
Mobiliário	3 694	34 347	492 533	

Fonte: Adaptado de INETI (2001b)

A origem dos dados apresentados foi o Ministério do Trabalho e da Solidariedade, de 1997, e os dados referentes ao consumo de matéria-prima reportam ao ano de 1998 (INETI, 2001b).

No sector da Madeira e Mobiliário foram contabilizadas 6 998 empresas distribuídas pelos seis subsectores industriais (Figura 3.10). À data, eram empregadas 64 970 pessoas, das quais 52,9% pertenciam ao subsector do "mobiliário", a que se seguia, com 25,2% o subsector da "carpintaria" e o subsector da "serração", com 16,3%. O subsector dos "painéis e folheados" apresentava o maior número médio de trabalhadores, cerca de 65 (INETI, 2001b).

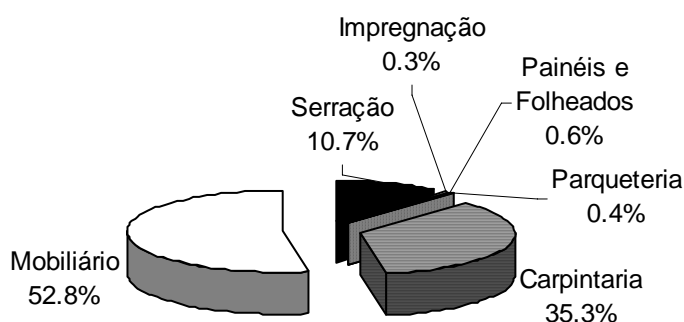


Figura 3.10 Distribuição percentual das empresas do sector da madeira e mobiliário (adaptado de INETI, 2001b)

Resíduos industriais

No sector da Madeira e Mobiliário são produzidos resíduos de madeira sob variadas formas, tal como anteriormente apresentado. Em 1998 foram gerados cerca de 1 250 574 m³ de resíduos de madeira, sendo a distribuição por subsector apresentada no Quadro 3.10 (INETI, 2001b). Os subsectores de serração e carpintaria perfaziam cerca de 54 % dos resíduos de madeira produzidos em todo o sector.

Quadro 3.10 Distribuição da produção de resíduos de madeira por subsector

Subsector	Quantidade Anual [m ³]	Distribuição dos resíduos [%]
Serração	370 872	29.7
Impregnação	1 754	0.1
Painéis e Folheados	235 294	18.8
Parqueteria	147 334	11.8
Carpintaria	300 759	24.0
Mobiliário	194 551	15.6
TOTAL	1 250 574	100

Fonte: Adaptado de INETI (2001b)

Nas figuras 3.11 a 3.16 são apresentados gráficos com a distribuição percentual por tipo de resíduos para cada subsector. Na Figura 3.11, é possível verificar que os costaneiros são a fracção mais significativa de resíduos de madeira, no subsector da Serração de madeira.

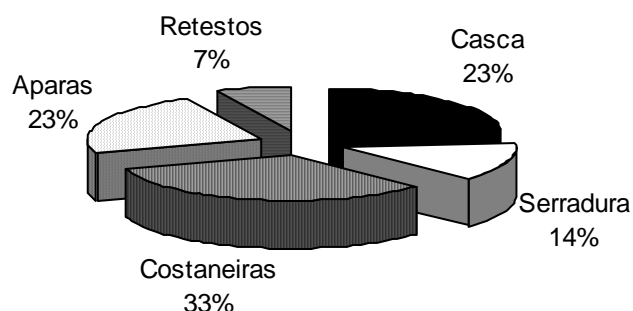


Figura 3.11 Composição média dos resíduos de madeira resultantes das operações produtivas do subsector de Serração de madeira (adaptado de INETI, 2001b)

No subsector de Impregnação de Madeira (Figura 3.12), a “casca” é a fracção mais significativa dos resíduos de madeira, com 55%, a que se segue a fracção “outros resíduos de madeira”, com 30%.

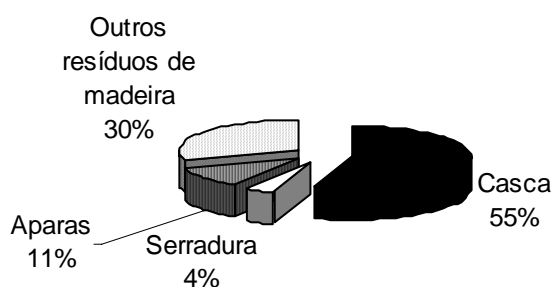


Figura 3.12 Composição média dos resíduos de madeira resultantes das operações produtivas do subsector de Impregnação de madeira (adaptado de INETI, 2001b)

Já no subsector da Fabricação de painéis de Fibras e de Partículas de Madeira e Fabricação de Folheados, Contraplacados, Lamelados e de Outros painéis (Figura 3.13), existem outro tipo de resíduos, para além dos resíduos de madeira: colas, parafinas, papéis impregnados, entre outros. Contudo, a fracção “resíduos de madeira” continua a

ser bastante significativa, pois cerca de 47% dos resíduos produzidos neste processo industrial são resíduos de madeira (Figura 3.13).

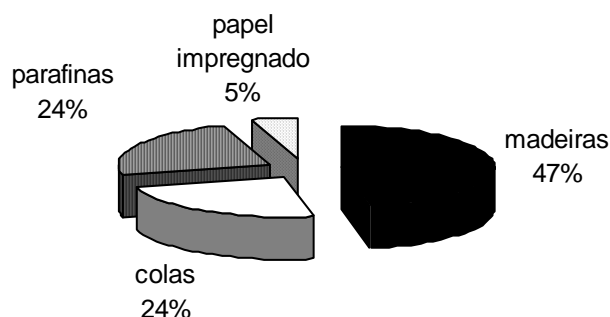


Figura 3.13 Percentagem de resíduos, relativamente às matérias-primas utilizadas no subsector de Fabricação de painéis de fibras e de partículas de madeira e Fabricação de folheados, Contraplacados, Lamelados e de outros painéis (adaptado de INETI, 2001b)

Na Figura 3.14 é possível verificar os resultados obtidos na composição média dos resíduos de madeira no subsector da Parqueteria. A “serradura” representa 90% dos resíduos produzidos, contra apenas 10% de “outros resíduos de madeira”.

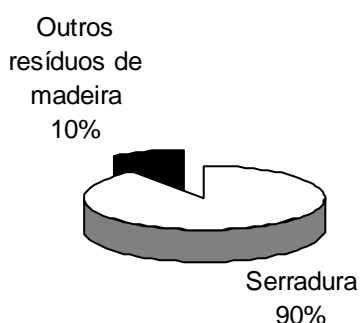


Figura 3.14 Composição média dos resíduos de madeira resultantes das operações produtivas do subsector de Parqueteria (adaptado de INETI, 2001b)

No subsector da Carpintaria (Figura 3.15), as “aparas” representam a maior fracção, 35%, contudo, os “outros resíduos de madeira”, “resíduos de madeira não maciça” e “serradura” são produzidos em quantidades semelhantes.

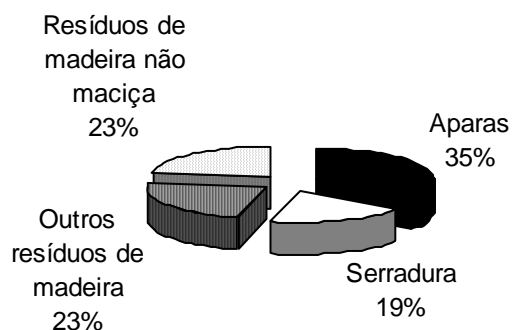


Figura 3.15 Composição média dos resíduos de madeira resultantes das operações produtivas do subsector de Carpintaria (adaptado de INETI, 2001b)

Na Figura 3.16 é possível verificar que a distribuição de resíduos de madeira produzidos no subsector do Mobiliário, é muito idêntica à do subsector da Carpintaria, verificando-se, mais uma vez, que a fracção mais representativa é a das “aparas”, a que se segue, conforme no caso do subsector Carpintaria, “outros resíduos de madeira”, “resíduos de madeira não maciça” e “serradura”, por ordem decrescente de quantidades.

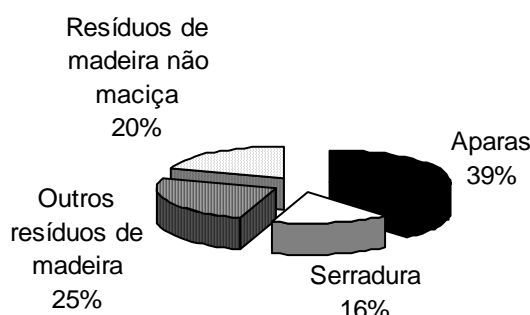


Figura 3.16 Composição média dos resíduos de madeira resultantes das operações produtivas do subsector de Fabricação de Mobiliário (de madeira) (adaptado de INETI, 2001b)

No Quadro 3.11 são apresentadas as estimativas das quantidades anuais de resíduos de madeira gerados nos vários subsectores

Quadro 3.11 Estimativas das quantidades de resíduos de madeira gerados anualmente nos subsectores da Indústria da Madeira e Mobiliário (1998)

Subsectores	Resíduos de madeira ⁷ [t/ano]
Serração	178 023
Impregnação	824
Painéis e folheados	112 941
Parqueteria	70 720
Carpintaria	144 364
Mobiliário	93 384
Total	600 274

Fonte: Adaptado de INETI (2001b)

Estas quantidades, no caso particular dos subsectores da serração e dos painéis de Madeira, tiveram por base informação fornecida pela AIMMP em 1999, mas por uma questão de coerência, e tendo em conta que os restantes dados se referiam a 1998,

⁷ Nota: os pesos dos resíduos de madeira estão convertidos em equivalentes de madeira seca ao ar (18%).

A estimativa das quantidades mássicas de resíduos de madeira teve em conta os seguintes factores de conversão:

- 1 m³ de madeira verde corresponde aproximadamente a 0.8 toneladas de madeira verde;
- 1 tonelada de madeira verde corresponde aproximadamente a 0.6 toneladas de madeira seca ao ar (18%);
- os volumes são volumes sólidos, ou seja, matéria-prima.

admitiu-se uma taxa anual média de crescimento de 2% da Indústria Transformadora e foram apresentadas todas as estimativas para esse ano (INETI, 2001b).

As cerca de 600 mil toneladas de resíduos de madeira geradas pelo sector em 1998, encontram-se discriminadas por subsector, no Quadro 3.12, segundo a classificação CER e LER, para cada uma das operações existentes.

Quadro 3.12 Relação entre as operações produtivas e os resíduos gerados por subsector de serração de Madeira (CAE 20101)

Código CER	Código LER	CAE - Rev.2				
		CAE 20102	CAE 20201 e 20202	CAE 20203	CAE 20301	CAE 20 302, CAE 36 110, 36 120, 36 130 e 36 141
03 01 01		-	Descasque	Descasque	-	-
03 01 02	03 01 05	Aparamento, abicagem e traçagem	Moagem, crivagem da estilha e corte	Traçagem, corte, corte plano e acabamento	Traçagem, desengrosso, aparelhamento e corte	-
03 01 03	03 01 05		Estilhagem, armazenagem, formação do colchão, calibragem, lixagem, corte e orlagem	Traçagem, corte, corte plano, desenrolamento e acabamento	Traçagem, desengrosso, aparelhamento, corte, selecção e montagem	Montagem
03 01 99		-	Armazenamento e transformação suplementar	-	Lixagem	Lixagem

Fonte: Adaptado de INETI (2001b)

Estudo de Inventariação de Resíduos Industriais

O Estudo de Inventariação de Resíduos Industriais (INPRI) surgiu para dar cumprimento ao programa do XV Governo Constitucional, através de um Protocolo de Colaboração estabelecido entre o Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente (MCOTA) e as Universidades do Porto, Técnica de Lisboa, Nova de Lisboa, Minho, Aveiro e Algarve, tendo como ano de referência de produção de RI no território de Portugal Continental, o ano de 2001 (INR, 2003).

Considerando a situação nacional, relativa aos MRRI preenchidos em 2000, o INR, concluiu da falta de qualidade e credibilidade da informação contida nesses MRRI, estando prejudicada a sua utilização em estudos de projecção para estimativa da produção nacional de RI. Em paralelo e com base na necessidade do MCOTA, em estabelecer um Plano de Gestão em matéria de RI, foi seu entendimento a realização de um estudo que possibilitasse avaliar as quantidades de resíduos industriais perigosos e não perigosos produzidos em Portugal (INR, 2003).

Para elaboração do estudo foi celebrado o já referido Protocolo geral entre o MCOTA e as diferentes Universidades e, posteriormente, protocolos específicos entre cada Universidade e o INR. À Universidade Nova de Lisboa foi solicitada a coordenação do trabalho, e às diferentes Universidades participantes, a realização de: estudos de inventariação de resíduos relativos a áreas geográficas específicas; estudos envolvendo determinadas actividades económicas, tendo em vista o estabelecimento de índices de produção de resíduos; e ainda um estudo de identificação de áreas contaminadas (INR, 2003).

Metodologia

A metodologia utilizada foi aquela que a seguir se indica (INR, 2003).

Fase 1 - Preparação do inventário

- a) Identificação de entidades, Câmaras Municipais, Associações Industriais, Associações Sectoriais e outras, pertinentes à realização do estudo;
- b) Sensibilização das entidades referidas em (a) e recolha de informação disponível sobre produção de RIB e RIP;
- c) Verificação da implantação geográfica de unidades industriais, no âmbito de intervenção do estudo;
- d) Planeamento da realização do estudo;
- e) Recrutamento e selecção de pessoal para realização de trabalho de campo;
- f) Formação do pessoal seleccionado;
- g) Concepção e estabelecimento de uma estrutura para planeamento e coordenação do trabalho de campo;
- h) Contratualização de meios necessários à execução do estudo.

Fase 2 - Trabalho de campo

Execução do Trabalho de Campo, consistindo da visita a unidades industriais e carregamento, em base de dados, da informação obtida, repartido pelas Universidades intervenientes. Entre todas as Universidades participantes foram visitadas um total de 9 900 unidades industriais, e no que diz respeito ao sector em estudo, cujo trabalho coube à Universidade de Aveiro, foram visitadas 1 680 unidades (INR, 2003).

Por unidade industrial, foi obtido o número de estabelecimentos (algumas unidades apresentavam mais do que um) e por cada estabelecimento: nº de trabalhadores; nº de meses de laboração por ano; produção anual por tipo de produto; produção anual de resíduos por código CER; destino final dos resíduos, com indicação de quantidades eliminadas e/ou valorizadas; condicionamento local dos resíduos (separação) e consumo anual de matérias-primas.

Fase 3 - Desenvolvimento de indicadores de produção de RIB e RIP

Esta Fase correspondeu ao desenvolvimento de indicadores de produção de RIB e RIP (Factores de Emissão), ou seja do estudo e proposta de tipos e quantidades de resíduos produzidos por unidade de produto, de forma a permitir extrapolar a produção de resíduos com base em produtos produzidos em todo o País. O desenvolvimento dos mencionados indicadores baseou-se na informação obtida através das seguintes actividades:

- pesquisa bibliográfica;
- análise da produção de RIB e RIP em unidades industriais especialmente representativas do(s) sector(es) em análise e eventual preenchimento dos correspondentes mapas de resíduos, para reforço da informação já existente.

As Universidades que participaram no estudo repartiram entre si os diferentes sectores (por CAE-Rev.2) e, tal como já foi referido, coube à Universidade de Aveiro o estudo do sector da madeira, com os CAE 20 e 36, entre outros.

No capítulo 4.3 são apresentados alguns dos índices obtidos, nomeadamente aqueles referentes à produção de resíduos na subclasse 20400 - "Fabricação de embalagens de madeira" (CAE-Rev.2), por este sector ser o âmbito específico de estudo do presente trabalho.

Fase 4 - Tratamento de informação

O tratamento da informação, obtida na Fase 2, foi realizado para estimativa de quantidades de RIB e RIP, por código CER, por sector e por produto, por aplicação de indicadores desenvolvidos às quantidades de produtos extrapolados pelo INE.

Paralelamente, e também com base na informação da Fase 2, o INE procedeu à extrapolação directa de quantitativos de RIB e RIP produzidos em termos nacionais, por Nomenclatura em Unidades Territoriais II (NUT II).

Resultados

Como resultado do trabalho de campo realizado pelas Universidades e das extrapolações efectuadas pelo INE, a estimativa global da produção de RI foi de 29×10^6 toneladas, das quais 25×10^4 toneladas eram RIP, ou seja, aproximadamente 0.9% do total produzido (INR, 2003).

No Quadro 3.13 estão representadas as quantidades de RIP para o Sector Industrial que é objecto de estudo neste trabalho, segundo a CAE-Rev.2.

Quadro 3.13 Produção de resíduos industriais perigosos para o “Sector da madeira” (CAE-Rev.2)

CAE-Rev.2	Resíduos industriais perigosos [t]	%
20	12 400	4.9
36	927	-

Fonte: Adaptado de INR (2003)

Nos Quadros 3.14 a 3.17 apresentam-se as estimativas de produção de RIB e RIP referentes a resíduos de madeira.

Quadro 3.14 Quantidade total de resíduos produzidos e quantidade produzida na tipologia de resíduos CER 03, para os CAE 20 e 36 (Rev.2)

CAE - Rev.2	CER03	Quantidade [t]			
		RIB	RIP	n.e.	Total
20	2 176 887	2 205 155	12 404	605	2 218 164
36	102 025	139 928	927	87	140 941

Fonte: Adaptado de INR (2003); n.e. não especificado

No sector industrial, CAE 20 (CAE-Rev.2), “Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras, excepto mobiliário, fabricação de obras de cestaria e de espartaria”, a fracção mais representativa de RI é aquela que se refere directamente à actividade, ou seja, resíduos com o código CER 03 - resíduos do processamento de madeira e fabricação de papel, cartão, pasta, painéis e mobiliário – representado cerca de 98% do total de resíduos produzidos neste sector.

Para o sector industrial do mobiliário, outras indústrias transformadoras, n.e. (CAE 36) os resíduos com o código CER 03 representam também a fracção mais significativa, com cerca de 72% do total.

A quantidade total (de todas as actividades CAE) de resíduos classificada com o código 03 da lista CER, é aquela apresentada no Quadro 3.15, e representa 9% na quantidade total estimada para a produção de RI produzidos em 2001.

Quadro 3.15 Quantidade total de resíduos produzidos classificados no código CER 03

Tipologia de resíduos (CER)		Quantidade [t]			
		RIB	RIP	n.e.	Total
03	Resíduos do processamento de madeira e fabricação de papel, cartão, pasta, painéis e mobiliário	2 593 653	88	-	2 593 742

Fonte: Adaptado de INR (2003); n.e. não especificado

As regiões NUT II com a maior produção global de RI, e com peso muito semelhante, são as regiões Norte e Lisboa e Vale do Tejo (LVT), representando 35% e 34% da produção total Nacional (Quadro 3.16).

Quadro 3.16 Quantidade total de resíduos produzidos distribuídos por região NUT II

Região NUTII	Quantidade [t]			
	RIB	RIP	n.e.	Total
Norte	9 995 811	80 001	2 297	10 078 108
Centro	5 353 326	45 973	2 057	5 401 356
LVT	9 699 608	121 777	1 710	9 823 095
Alentejo	3 368 133	5 806	151	3 374 090
Algarve	491 497	62	11	491 570
Total	28 908 375	253 619	6 226	29 168 219

Fonte: Adaptado de INR (2003); n.e. não especificado

No caso específico dos resíduos classificados com código CER 03, a distribuição geográfica é um pouco diferente, sendo que a região Centro é aquela que apresenta os maiores quantitativos, com cerca de 50%, seguida então das regiões Norte e Lisboa e Vale do Tejo, respectivamente com 27% e 22% da produção destes resíduos (Quadro 3.17).

Quadro 3.17 Quantidades totais da tipologia de resíduos CER 03 por regiões NUT II

Região NUTII	Quantidade [t]			
	RIB	RIP	n.e.	Total
Norte	694 150	81	-	694 231
Centro	1 293 114	-	-	1 293 114
LVT	572 784	-	-	572 784
Alentejo	10 797	7	-	10 804
Algarve	22 809	-	-	22 809
Total	2 593 654	88	-	2 593 742

Fonte: Adaptado de INR (2003); n.e. não especificado

É ainda possível verificar a quase inexistência de RIP nesta categoria de resíduos, a representarem menos de 1% da totalidade de resíduos produzidos.

3.2.2 Resíduos urbanos

A designação “resíduos sólidos urbanos” (RSU) é um termo abrangente respeitante à mistura de materiais que tem como referência os resíduos de origem doméstica. Engloba, ainda, resíduos provenientes do sector de serviços ou de estabelecimentos comerciais ou industriais e de unidades prestadoras de cuidados de saúde com uma natureza ou composição afim dos domésticos. De acordo com a legislação em vigor, Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, desde que não seja ultrapassado o limiar de produção diária de 1100 litros, todos estes resíduos caem dentro dos RSU que, em termos práticos, são objecto de recolha municipal (APA, 2008a).

Os RSU têm uma determinada composição em termos do tipo de materiais que os compõem e do peso relativo de cada uma destas tipologias (Quadro 3.18). Seguidamente, apresenta-se a composição típica dos resíduos de recolha municipal, de acordo com os dados do estudo Resíduos Sólidos Urbanos - Conceção, Construção e Exploração de Tecossistemas, que caracteriza a situação nacional entre 1996 e 2001.

Quadro 3.18 Composição Física Média dos RSU

Componentes	RSU [%]
Papel/Cartão	26.40
Vidro	7.40
Plástico	11.10
Metais	2.75
Têxteis	2.60
Madeira/Embalagens	0.50
Materiais fermentáveis	26.50
Verdes	3.15
Finos	14.25
Outros resíduos	5.35

Fonte: APA (2008a)

A madeira, sob a forma de embalagens, representa a fracção mais pequena de todas as discriminadas, sendo as fracções materiais fermentáveis e papel/cartão, as predominantes (Quadro 3.18). É importante considerar, igualmente, os restantes resíduos de madeira que também são considerados madeira recuperável e estão presentes nos RSU como, por exemplo, o mobiliário de madeira usado.

Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos

O Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU II), aprovado pela Portaria n.º 187/2007, de 12 de Fevereiro, consiste numa revisão do PERSU (INR, 1997), constituindo o novo referencial para o horizonte 2007-2012. Este documento estabelece as prioridades a observar no domínio dos RSU, as metas a atingir e acções a

implementar e as regras orientadoras da disciplina a definir pelos planos multimunicipais, intermunicipais e municipais de acção.

Em 2005, a produção de RSU em Portugal Continental atingiu 4.5 milhões de toneladas, o que representa uma produção de 1.24 kg por habitante e por dia (MAOTDR, 2007). Com base nesta estimativa e na "composição física média dos RSU", apresentada no Quadro 3.18, será possível estimar uma quantidade de 225 mil toneladas de resíduos de madeira/embalagens no total de RSU produzidos em 2005.

Relativamente às alterações verificadas, no que respeita ao destino final dos RSU, foi possível observar que nos últimos 10 anos este deixou de ser a deposição em lixeiras (73% em 1995), para passar a ser a deposição em aterro (63% em 2005). Este resultado foi uma das manifestações mais significativas resultantes da implementação do PERSU I. No ano de 2005, a distribuição dos restantes destinos finais, em termos percentuais, foi de: 23% para incineração com recuperação de energia, 9% para recolha selectiva monomaterial, que permitiu o cumprimento da Directiva Embalagens (de que se falará no capítulo seguinte) e 7% para valorização orgânica (MAOTDR, 2007).

3.2.3 Resíduos de embalagens de madeira

De acordo com a legislação comunitária - Directiva 94/62/CE, de 20 de Dezembro) e sua transposição para o ordenamento jurídico nacional pelo Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro - a responsabilidade pela gestão e destino final dos resíduos de embalagens de madeira cabe aos operadores económicos que colocam embalagens deste material no mercado. Contudo, essa responsabilidade pode, nos termos da lei, ser transferida para uma entidade devidamente licenciada para o efeito. A Sociedade Ponto Verde, S.A. (SPV) é a entidade que em Portugal obteve uma licença para gerir este fluxo de resíduos, nomeadamente as embalagens em vidro, papel/cartão, plástico, madeira e aço e alumínio, e tem a missão de promover a recolha selectiva, a retoma e a reciclagem de resíduos de embalagens, a nível nacional.

O Decreto-Lei n.º 92/2006, de 25 de Maio, transpôs para a ordem jurídica nacional as alterações decorrentes da Directiva 2004/12/CE. O artigo 7.º do referido diploma define os objectivos de valorização e reciclagem dos resíduos de embalagens de madeira, de que se destaca a seguinte alínea: f) "Até 31 de Dezembro de 2011 devem ser atingidos os seguintes objectivos mínimos de reciclagem para os materiais contidos nos resíduos de embalagens: v) 15% em peso para a madeira."

No que diz respeito às quantidades de embalagens de madeira de tara retornável, embalagens declaradas, cuja gestão e destino final foram transferidos para a SPV, tem-se verificado um aumento gradual destas declarações. Contudo, as quantidades de embalagens declaradas continuam aquém das quantidades estimadas para a colocação no mercado nacional (Quadro 3.19).

Quadro 3.19 Evolução das estimativas das quantidades de embalagens de tara perdida colocadas no mercado e quantidades declaradas à SPV

Anos	Quantidade [t]						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Embalagens colocadas no mercado ¹	119 224 ¹	120 727 ¹	125 337 ²	132 901 ²	- ³	- ³	- ³
Embalagens declaradas ⁴	12 124	20 138	21 160	23 395	25 672	33 640	41 910

Fonte: ¹adaptado de EMBAR (2004); ²estimativas em EMBAR (2004); ³não calculado; ⁴SPV (2008)

No Quadro 3.19 destaca-se a diferença existente entre as quantidades que se estimam serem colocadas no mercado nacional todos os anos e as quantidades declaradas, geridas pela SPV, menos de 20% das primeiras. Por esta razão, as quantidades de resíduos de madeira recuperável disponível no fluxo das embalagens de madeira deverá seguir as quantidades colocadas no mercado anualmente, por oposição às quantidades geridas pela SPV, que se verifica estarem subestimadas.

Adicionalmente, há ainda que considerar as quantidades de embalagens de tara retornável colocadas pela primeira vez no mercado, uma vez que também estas chegarão ao final do seu ciclo de vida e estarão disponíveis sob a forma de madeira recuperável. Para estas, as quantidades estimadas são as apresentadas no Quadro 3.20.

Quadro 3.20 Evolução das estimativas das quantidades de embalagens de tara retornável colocadas no mercado

Anos	Quantidade [t]						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Embalagens colocadas no mercado	271 224 ¹	265 094 ¹	275 693 ²	291 316 ²	- ³	- ³	- ³

Fonte: ¹adaptado de EMBAR (2004); ²estimativas em EMBAR (2004); ³não calculado

As quantidades de embalagens de tara perdida colocadas no mercado (Quadro 3.19) são cerca de 45% das quantidades de tara retornável (Quadro 3.20). Para contabilização do mercado nacional será necessária a contabilização de ambos os tipos de embalagem.

No que concerne às quantidades recicladas, é necessário considerar igualmente os resultados das quantidades geridas pela SPV, bem como as restantes quantidades recicladas a nível nacional e que não passam pelo SIGRE. Os valores disponíveis são os apresentados no Quadro 3.21.

Quadro 3.21 Evolução das quantidades retomadas de resíduos de embalagens de madeira no âmbito do SIGRE e sua reciclagem a nível nacional

	Quantidade [t]							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Retomas SPV¹	98	2 446	2 635	3 655	4 893	6 163	15 467	27 161
Reciclagem nacional²	- ³	- ³	- ³	- ³	47 047	53 221	- ³	- ³
Total	-	-	-	-	51 967	59 384	-	-

Fonte: ¹SPV (2008); ²EMBAR (2008); ³sem informação.

As retomas via SIGRE têm vindo a crescer ao longo dos anos, desde a entrada em funcionamento deste sistema. O grande crescimento anual verificado a partir do ano 2005 (Quadro 3.21), com a extensão da licença da SPV à gestão do fluxo não urbano, tem a ver com o facto de a partir dessa data o SIGRE passar a contabilizar as quantidades dos resíduos não urbanos de embalagens de madeira que foram enviados pelos produtores desses resíduos para reciclagem.

Na realidade, as quantidades retomadas via SIGRE representam cerca de 10% dos totais estimados para a reciclagem de resíduos de embalagens de madeira em Portugal (Quadro 3.21).

Para o melhor enquadramento da representação destes resultados no contexto da reciclagem a nível nacional, no Quadro 3.22 explicitam-se as taxas de reciclagem e de retoma no âmbito do SIGRE. Os métodos de cálculo destas taxas serão discriminados no capítulo 5.2, respectivamente nas equações 5.15 e 5.17.

Quadro 3.22 Taxa de reciclagem e taxa de retoma

Anos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Taxa de reciclagem [%] ¹	- ³	- ³	- ³	- ³	13	14	- ³	- ³
Taxa de retoma [%] ²	1	12	12	16	19	18	37	63

Fonte: ¹EMBAR (2008); ²SPV (2008); ³não calculado.

Tal como esperado, pelas razões apresentadas anteriormente, a taxa nacional de reciclagem é inferior à taxa de retoma no âmbito do SIGRE e segundo os valores do Quadro 3.22, Portugal está perto de cumprir com as obrigações previstas na legislação para 2011. A taxa de reciclagem de 14% atingida em 2005, terá com toda a certeza um crescimento positivo, prevendo-se que se ultrapassarão os 15% exigidos em 2011 e nessa altura a reciclagem das embalagens de madeira poderá contribuir para a meta global de 55% a atingir por todos os materiais no mesmo prazo⁸.

Existe alguma dificuldade em comparar a taxa de reciclagem de resíduos de embalagens de madeira obtida em Portugal com as de outros países, uma vez que a informação encontrada é bastante escassa. De facto, dos 22 países que fazem parte da PRO EUROPE

⁸ Decreto-Lei n.º 92/2006, de 25 de Maio, artigo 7.º, alínea e).

s.p.r.l. - Packaging Recovery Organisation Europe, a organização mãe dos vários sistemas de gestão da embalagem e seus resíduos e responsável pela marca “ponto verde”, mais de metade faz a gestão exclusiva dos resíduos urbanos, sendo que neste caso não têm informação relativa às embalagens de madeira e seus resíduos (PRO Europe, 2008a).

No Quadro 3.23 e a título meramente exemplificativo, são indicadas algumas taxas de reciclagem das embalagens de madeira encontradas para outros países.

Quadro 3.23 Taxas de retoma de embalagens de madeira noutros países

Países	Taxa de retoma [%]
Espanha ¹	50
Letónia ²	63

Fonte:¹FEDEMO (2008); ²adaptado de PRO Europe (2008b)

3.2.4 Resíduos da construção e demolição

A actividade da construção civil existe há muito e sem que se tenha verificado, ao longo dos tempos, preocupações com a gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD) daí resultantes. Actualmente, esta actividade está identificada como uma das principais produtoras de resíduos, competindo com os fluxos de RI e RSU (INR, 2005).

Recentemente, foi publicado o Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, que regulamenta o regime de gestão de resíduos de construção e demolição. Este diploma estabelece as condições a que ficam sujeitas as operações de gestão de RCD, garantindo a aplicação das políticas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos.

Origem e composição

As principais origens dos RCD são: demolição de edifícios; construção de estradas e trabalhos hidráulicos; restauração de edifícios e construção de edifícios novos (Brito, 2006).

No caso específico dos resíduos de demolição, a sua composição depende, em grande medida, da origem, época da infra-estrutura demolida e critério de medição (Quadro 3.24).

Quadro 3.24 Composição dos resíduos de construção e demolição

Materiais	% do peso total
Betão, alvenaria e argamassa	50
Madeira	5
Papel, cartão e outros combustíveis	1-2
Plásticos	1-2
Metais (aço incluído)	5
Solos de escavação, brita de restauração de pavimentos	20-25
Asfalto	5-10
Lamas de dragagem e perfuração	5-10

Fonte: Adaptado de Brito (2006)

Estimativas

Existem algumas estatísticas da produção de RCD a nível da União Europeia (UE), mas a informação é muito escassa a nível de Portugal, limitando-se a algumas estimativas (Quadro 3.25). Os valores médios de produção de RCD na UE são de 481 kg/capita, e a estimativa da UE para Portugal de 325 kg/capita (CE, 1999).

Quadro 3.25 Estimativas para a produção de RCD em Portugal

RCD [t]	Ano	Observações
3 200 000	1997	"Construction and Demolition Waste management practices and their economic impacts" (CE, 1999)
1 282 673	2001	Realizado com base nos mapas anuais de resíduos disponíveis (resíduos resultantes das actividades industriais). Estudo de Inventariação de Resíduos Industriais – Relatório de Síntese (INR, 2003)
4 403 779	2002	Estimativa nacional. Estudo académico realizado por alunos do Instituto Superior Técnico; nesta estimativa da produção anual de RCD não foram contemplados os solos e o coberto vegetal (INR, 2005)
6 440 000	2007	Projecção nacional em Coelho e Brito (2007) com base em estimativas apresentadas em Pereira (2002)

As razões que estão por detrás das diferenças verificadas nas várias estimativas apresentadas (Quadro 3.25) têm a ver com a falta de informação disponível, no que diz respeito aos RCD, e à ausência de registos das quantidades produzidas, transportadas, depositadas em aterro, recicladas ou reutilizadas, tanto da parte dos produtores como dos transportadores e Sistemas Municipais (ou Multiminucipais), apesar das obrigações previstas na legislação (Coelho e Brito, 2007). Outra razão tem a ver com o facto de ainda existirem despejos ilegais destes materiais, por parte de todos os agentes, desde os construtores e transportadores, aos Municípios, apesar de já existirem alguns aterros licenciados para receber este tipo de resíduos, conforme Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio.

Os dados oficiais que existem relativos aos RCD estão englobados em alguns dos dados referentes aos RI e também aos RSU. No caso dos RSU, os RCD são depositados

voluntariamente em ecocentros ou considerados como resíduos equiparados a urbanos na recolha indiferenciada.

É ainda possível contabilizar os RCD produzidos através dos mapas de registos de resíduos dos Operadores de Gestão de Resíduos não Urbanos (OGRNU), onde são indicados os tipos e quantidades de resíduos geridos, assim como a sua proveniência, destino final e operação de valorização/eliminação a que foi sujeito (INR, 2005). No Quadro 3.26 são apresentadas as estimativas das quantidades totais de RCD (código LER 17) produzidos em Portugal Continental entre 2002 e 2004.

Quadro 3.26 Estimativa das quantidades de RCD declarados nas várias fontes

Fonte	2002	2003	2004	Observações
RI	290 855	165 350 ¹	- ²	Contabiliza os RCD declarados conjuntamente com os RI (código LER 17)
RSU	214 894	176 406	303 196	Contabiliza os RCD depositados voluntariamente em ecocentros e declarados como resíduos equiparados a urbanos
Operadores	13 835	41 992	363 693	Contabiliza os RCD declarados pelos OGRNU

Fonte: Adaptado de INR (2005); ¹dados não consolidados; ²dados indisponíveis àquela data

Segundo Coelho (2008), as quantidades estimadas para a fracção madeira nos RCD produzidos a nível nacional, sem contabilizar os RCD gerados pela reabilitação de edifícios, ascendem a cerca de 51 700 toneladas/ano, representando cerca de 4.9 kg/hab.ano (resultados preliminares obtidos no âmbito de um trabalho de pós-doutoramento, a decorrer no Instituto Superior Técnico).

Destinos finais da fracção madeira nos RCD

Os RCD contêm uma mistura de vários materiais inertes reutilizáveis e recicláveis em quantidades significativas, entre os quais se inclui a madeira. Segundo Coelho (2008), a maior parte dos resíduos de madeira contidos nos RCD é depositada em aterro, quando não é simplesmente despejada à beira da estrada, não sendo valorizada de qualquer forma.

Os destinos de valorização e reciclagem devem ser potenciados, com o objectivo de minimizar a exploração de recursos naturais, assim como diminuir os custos associados à deposição destes resíduos em aterro.

Apesar de ainda incipientes, existem já algumas iniciativas para a realização de triagem e reciclagem de RCD em Portugal. Nestas instalações é realizado o tratamento de RCD não perigosos (os valores cobrados para receber este material dependem do nível de mistura e da sua densidade), através de separação manual e posterior produção de materiais agregados com várias granulometrias (Coelho e Brito, 2007).

Os destinos possíveis para a reciclagem e reutilização da fracção madeira nos RCD são (Brito, 2006):

- painéis de aglomerado de madeira utilizados na produção de mobiliário;
- soalhos, portas, caixilhos de janelas;
- estacas para plantas;
- reparação de edifícios rurais;
- camas para animais, na forma de aparas e serradura;
- material de enchimento para correcção de taludes;
- incineração com recuperação de calor;
- pirólise;
- compostagem;
- produção de combustível derivado dos resíduos (CDR).

Na Figura 3.17 apresentam-se os destinos da fracção madeira nos RCD em percentagem de massa. Estes resultados foram obtidos em sede de um projecto de investigação, no âmbito de uma tese de mestrado apresentada no Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho (Pereira, 2002).

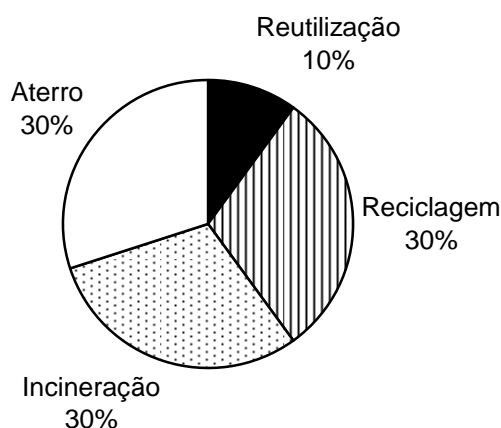


Figura 3.17 Destinos dos resíduos de madeira nos RCD em percentagem de massa com rastreabilidade (adaptado de Pereira, 2002)

Como é possível verificar (Figura 3.17), para a fracção dos resíduos de madeira constituintes dos RCD os destinos, reciclagem, incineração e aterro têm pesos muito idênticos, aos quais se segue o destino reutilização.

A título de exemplo, em Merl (2005), foi possível verificar que cerca de metade, de um total de 44 mil toneladas de madeira em RCD, teve os destinos de, reutilização para 6.7 mil toneladas na forma de madeira serrada e reciclagem na produção de painéis derivados da madeira para 16 mil toneladas.

3.2.5 Resíduos perigosos

Os resíduos perigosos de madeira recuperável são resultado da aplicação de produtos preservadores à madeira para aumentar o seu tempo de vida, fornecendo-lhe protecção

contra fungos, insectos e outros organismos. Esta madeira preservada é um resíduo quando atinge o fim da sua vida útil e, segundo a LER em vigor, é classificada como resíduo perigoso, sendo necessária encontrar uma solução adequada para a sua gestão.

A utilização mais frequente é a verificada no sector agrícola, em postes para vedações e tutores de árvores e postes para vinhas. Adicionalmente, estes produtos ocorrem na forma de madeira serrada em postes para auto-estradas, postes telefónicos, travessas de caminho-de-ferro e ainda na utilização em passadiços em praias, zonas húmidas, jardins e campos de golfe (Gomes *et al.*, 2006).

As quantidades de madeira preservada em Portugal foram determinadas, em 1984, por Reimão e Cockroft (1985) e a sua distribuição por tipo de produtos é apresentada no Quadro 3.27.

Quadro 3.27 Quantidades de madeira preservada em Portugal em 1984

Produtos	Quantidades Produzidas [m ³]
Travessas de caminho-de-ferro	15 000
Postes telefónicos	15 000 – 20 000
Postes para agricultura (tutores de árvores, postes para vinha e vedações)	25 000 – 35 000
Madeira serrada	10 000

Fonte: Adaptado de Reimão e Cockroft (1985)

Como forma de actualizar estes valores, em 2003, foi realizado um inquérito às indústrias de preservação de madeira (Gomes, 2004). Foram inquiridas todas as empresas localizadas em Portugal Continental, constantes na Base Belém do INE, e obtida uma taxa de resposta de 45%. As empresas que responderam aos inquéritos em 2003 produziram 75 282 m³ de madeira preservada, valor ligeiramente inferior à quantidade média anual produzida nessas empresas (78 821 m³). Relativamente às exportações e segundo os mesmos inquéritos estas representavam um volume de 9.5% da produção do ano de 2003 (Gomes *et al.*, 2006).

A distribuição, por tipo de produto, é a apresentada na Figura 3.18, verificando-se um predomínio da utilização agrícola, seguido da madeira serrada e dos postes para auto-estradas, à semelhança do que foi verificado em 1984 (Gomes *et al.*, 2006).

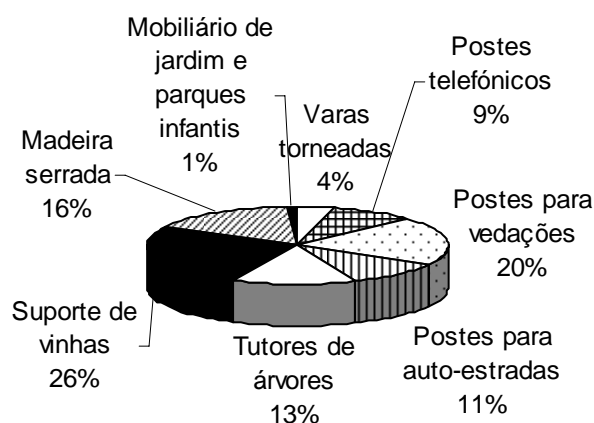


Figura 3.18 Distribuição percentual dos principais produtos de madeira preservada (adaptado de Gomes *et al.*, 2006)

Das empresas inquiridas nenhuma produzia travessas de caminho-de-ferro e no que concerne às quantidades de rejeitados, foi obtido um valor médio de 4% da produção, nas respostas ao inquérito. O destino final destes resíduos era, à data, a incineração em caldeiras de recuperação de calor, a reciclagem e reaproveitamentos internos (Gomes *et al.*, 2006).

3.3 Madeira recuperável na indústria de reciclagem

A madeira recuperável, sob a forma de material costaneiro, estilha, serrim e resíduos de madeira, é uma das matérias-primas para a indústria da fabricação de painéis de partículas (CAE 20201, Rev.2), nomeadamente, para a produção de painéis de aglomerado. Em Portugal, tem-se verificado um aumento percentual do consumo de madeira recuperável para a produção destes painéis, acompanhado pelo decréscimo percentual do consumo de rolaria (Figura 3.19).

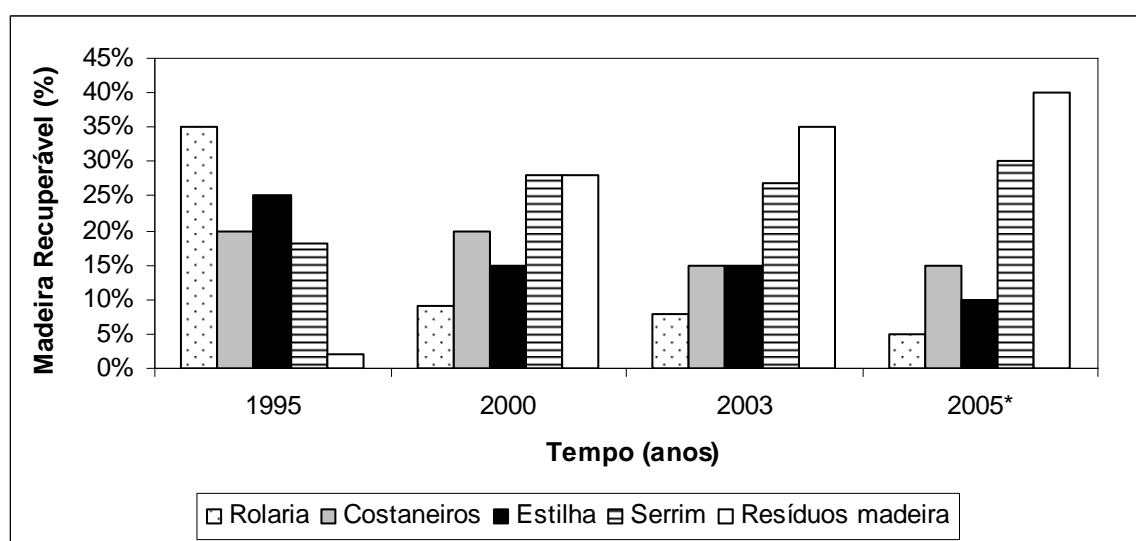


Figura 3.19 Evolução do consumo de rolaria e madeira recuperável, pela indústria da fabricação de painéis de partículas em Portugal *estimativa para o ano de 2005 (adaptado de Sonae, 2004)

Da análise do Figura 3.19 é possível concluir a diminuição percentual drástica do consumo de rolaria utilizada pela indústria e um aumento acentuado do consumo de madeira recuperável sobre a forma de costaneiros, estilha, serrim e resíduos de madeira. Na evolução do consumo de madeira recuperável pode verificar-se que os “resíduos de madeira”, foram a fracção que teve um maior crescimento de utilização, acompanhado pelo serrim, mas neste último com menor representatividade. A representação dos costaneiros e estilha foi diminuído ao longo dos anos, encontrando-se em igual percentagem no ano de 2003.

Em 2004, previa-se um aumento do consumo dos resíduos de madeira, relativamente às outras matérias-primas utilizadas para o fabrico de painéis de partículas, cujos valores estimados são apresentados na Figura 3.19. Contudo, segundo informação disponibilizada por agentes do sector, e perante a ausência de outros dados concretos, nos anos 2004 e seguintes, teve lugar uma estabilização da procura de madeira recuperável, devido à grande quantidade de madeira disponível como resultado dos incêndios verificados nos anos de 2003 e 2005. Segundo as mesmas fontes, prevê-se uma alteração desta tendência já em 2008, com uma escalada da procura de resíduos de madeira, estimando-se que passe a representar uma fracção de 40% no consumo de madeira pela indústria da fabricação de painéis de partículas em Portugal.

Não é possível pensar na indústria da fabricação de painéis de partículas em Portugal de forma isolada, uma vez que o funcionamento e operação desta indústria se verificam ao nível da Península Ibérica. No Quadro 3.28 é apresentada informação relativa ao consumo de madeira e resíduos de madeira.

Quadro 3.28 Capacidade instalada, consumo de madeira e de resíduos de madeira em Portugal e Espanha

	Quantidade [m ³]		
	Capacidade instalada	Consumo teórico de madeira	Consumo identificado de resíduos de madeira
Espanha	3 615 000	5 422 500	1 124 300
Portugal	960 000	1 344 000	400 000
Total	4 575 000	6 766 500	1 524 300

Fonte: Adaptado de Sonae (2004)

A análise do Quadro 3.28 permite concluir que ao nível da Península Ibérica, o consumo de resíduos de madeira representa 23% do total do consumo teórico de madeira em Portugal e Espanha. Em termos individuais, o consumo de resíduos de madeira é mais representativo em Portugal, com cerca de 30% e menor em Espanha com cerca de 21%. No Quadro 3.29 são apresentados os valores do consumo de madeira e reciclagem dos resíduos de madeira em toneladas.

Quadro 3.29 Consumo teórico de madeira e resíduos de madeira em Portugal e Espanha

	Quantidade ⁹ [t]	
	Consumo teórico de madeira	Consumo identificado de resíduos de madeira
Espanha	3 253 500	674 580
Portugal	806 400	240 000
Total	4 059 900	914 580

Fonte: Adaptado de Sonae (2004)

O consumo de resíduos de madeira identificado em Portugal ascende às 240 mil toneladas, cerca de 2.8 vezes inferior àquele verificado em Espanha.

Assumindo a possibilidade, já referida, da fracção resíduos de madeira representar 40% do total do consumo desta indústria, poder-se-ia estimar um potencial teórico de consumo de resíduos de madeira de 2.7 milhões de metros cúbicos a nível ibérico, o que é um pouco menos do dobro da quantidade consumida àquela data (Quadro 3.28). Fazendo a conversão deste valor para toneladas, teríamos um potencial de reciclagem de resíduos de madeira de 1.2 milhões de toneladas¹⁰.

3.4 Estimativas nos países COST E31 e Europa

As estimativas de madeira recuperável, que aqui se apresentam, resultam de um questionário realizado no âmbito da Acção COST E31 a todos os países participantes¹¹. As respostas a este questionário foram dadas pelos Delegados de 20 países¹², e apresentadas no Workshop "Estimation of Recovered Wood in COST E31 Countries" que teve lugar em Lisboa, em Novembro de 2006 (Merl *et al.*, 2007).

A primeira dificuldade encontrada para a obtenção de respostas ao questionário foi a inexistência de uma definição comum para os 20 países do que é madeira recuperável e, nesse sentido, surgiu a definição já apresentada em 2.1.2 (Okstad, 2007).

Nesse questionário realizado, foi igualmente pedida informação de base àcerca de cada país, nomeadamente, área, população, produto interno bruto (PIB), consumo primário de energia e consumo de madeira, para tentar verificar a existência de correlações entre algum destes parâmetros e as quantidades de madeira recuperável produzida em cada país.

A análise dos vários parâmetros, económicos e geográficos, indicou a dificuldade de estabelecer correlações entre eles e as quantidades de madeira recuperável. Contudo, é

⁹ A estimativa das quantidades mássicas de resíduos de madeira teve em conta seguinte conversão: 1 m³ de madeira corresponde aproximadamente a 0.6 toneladas.

¹⁰ Calculado com base nas relações apresentadas na Figura 3.19. Para as várias fracções de materiais, foram usadas diferentes valores para a conversão do metro cúbico em tonelada.

¹¹ Áustria, Bélgica, Bulgária, Croácia, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia. Hungria, Irlanda, Itália, Holanda, Noruega, Polónia, Portugal, Roménia, Sérvia, Eslovénia, Espanha, Suécia e Reino Unido.

¹² Com excepção da Dinamarca e Roménia que não responderam.

importante não esquecer que diferentes países podem estar a utilizar diferentes definições de madeira recuperável e que, para alguns países, há uma grande lacuna de informação fiável acerca das quantidades de madeira recuperável realmente disponíveis. No caso particular de alguns países, existem outros factores com um papel preponderante, como é o caso das quantidades significativas de madeira recuperável disponíveis na Sérvia, que se presume estarem relacionadas com a reconstrução de edifícios verificada desde 1990.

Todos estes factores são de difícil identificação através da realização de um simples questionário e daqui ressalta a necessidade da uniformização de definição e classificações comuns de madeira recuperável a nível Europeu, de forma a poder incorporá-las nas estatísticas de cada país.

Na Figura 3.20 é possível verificar que, na grande maioria dos países, as quantidades disponíveis de madeira recuperável eram inferiores a 2 milhões de toneladas por ano, com excepção de França, Alemanha e Reino Unido, países que indicaram quantidades muito superiores a este valor (Merl *et al.*, 2007).

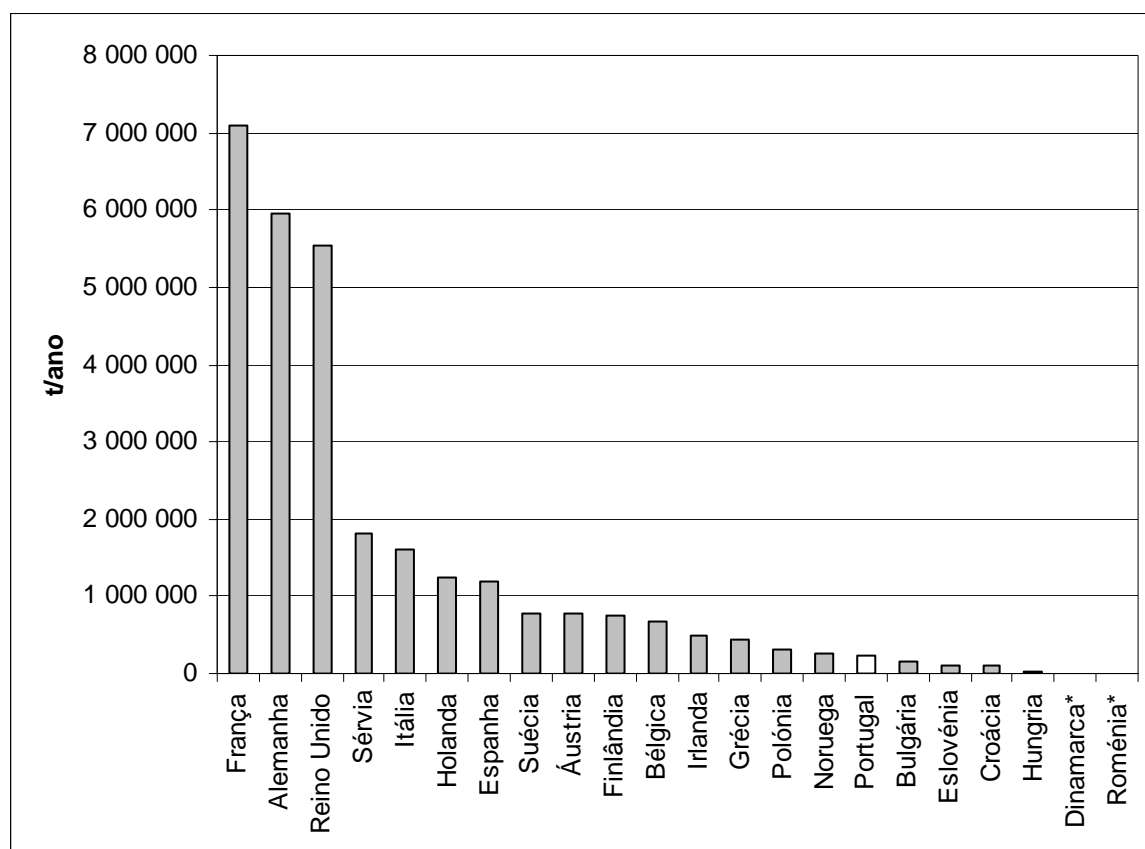


Figura 3.20 Dados da quantidade de madeira recuperável disponível nos vários países COST E31 *Dinamarca e Roménia não responderam ao questionário (adaptado de Merl *et al.*, 2007)

No Quadro 3.30 são apresentados os dados discriminados que deram origem ao total estimado para Portugal.

Quadro 3.30 Detalhes das quantidades estimadas de madeira recuperável disponível em Portugal

Classificação	Quantidades [t/ano]
Madeira recuperável não tratada	223 000 ¹ (51 000 ² + 172 000 ³)
Madeira recuperável perigosa	13 000
Total	236 000

Fonte: Adaptado de Merl et al (2007); ¹apenas quantidades recicladas; ²fracção embalagem com destino reciclagem; ³outras quantidades estimadas com destino reciclagem

A análise dos dados apresentados (Quadro 3.30) aponta para que as quantidades totais indicadas para Portugal poderão estar subestimadas, uma vez que apenas se estão a considerar as quantidades cujos destinos foram a reciclagem, ficando excluída a madeira recuperável com outros destinos finais, como a reutilização, a valorização energética, a deposição em aterro ou outros fins desconhecidos.

No caso específico da fracção embalagens de madeira, as quantidades colocadas no mercado estimadas para 2004 foram de cerca de 133 mil toneladas (EMBAR, 2004), valor 2.6 vezes superior àquele que consta do Quadro 3.30, ou seja, não foi considerada uma quantidade significativa de madeira recuperável que eventualmente estará disponível sob a forma de embalagens usadas em fim de vida.

Encontra-se igualmente excluída a madeira recuperável proveniente da actividade industrial, que é bastante significativa, conforme apresentado no capítulo 3.2.1, com destinos que não a reciclagem, bem como, a madeira recuperável proveniente do sector da construção e demolição, cujas estimativas se apresentaram no capítulo 3.2.4. No caso específico dos RCD e tendo em conta a informação de que para a fracção madeira, há uma igual repartição deste material pelos destinos reciclagem, incineração e aterro (Figura 3.17), nas quantidades apresentadas no Quadro 3.30. no mínimo faltam as quantidades referentes a outros destinos que não a reciclagem.

Pode então concluir-se, que as quantidades apresentadas no Quadro 3.30, em particular no que diz respeito à madeira não tratada, se encontram incompletas.

Na Figura 3.21 apresentam-se as quantidades de madeira recuperável *per capita* para os vários países do COST E31, sendo que a quantidade média de madeira recuperável produzida foi de cerca de 65 kg/capita.

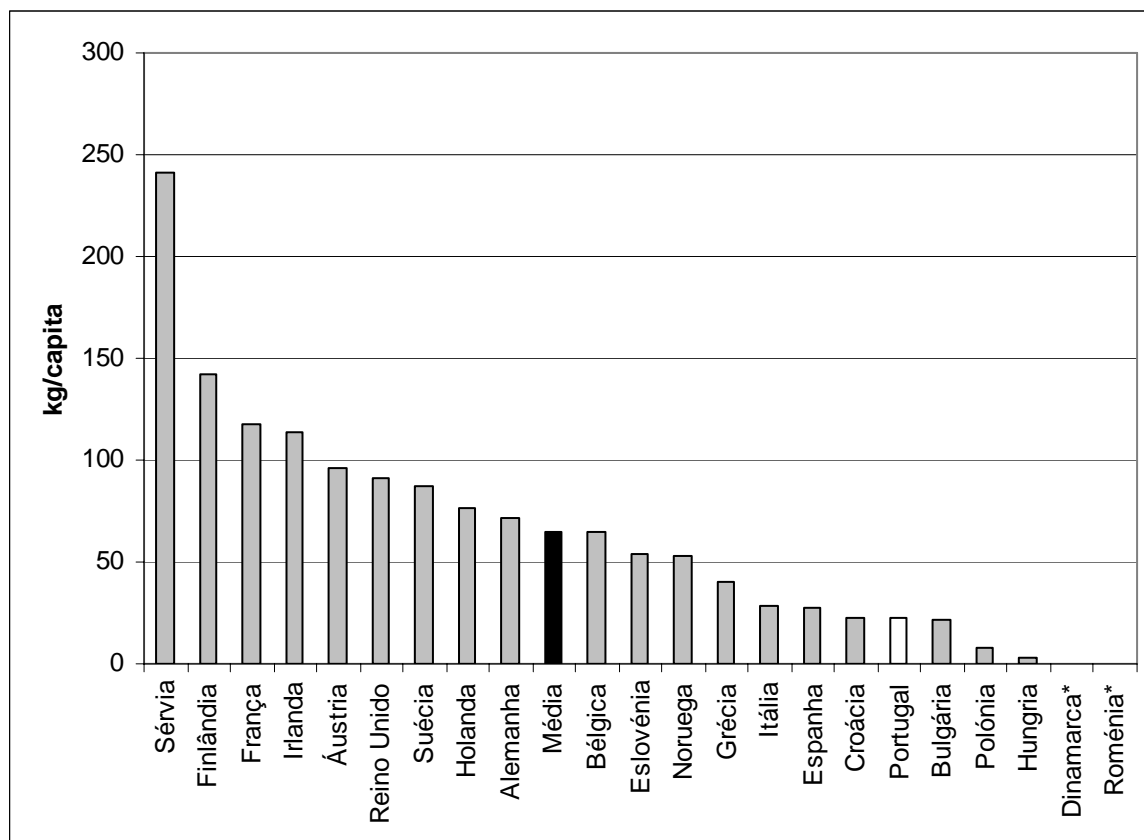


Figura 3.21 Quantidades de madeira recuperável per capita nos vários países COST E31
 *Dinamarca e Roménia não responderam ao questionário (adaptado de Merl *et al.*, 2007)

Como é possível verificar, existem grandes diferenças entre os vários países, por exemplo, a Hungria apresenta um valor de 3 kg/capita, enquanto a Sérvia tem 241 kg/capita. Os dados da Áustria, Alemanha e Holanda têm origem em projectos de investigação e são respectivamente, 96 kg/capita, 72 kg/capita e 76 kg/capita. Estes três países apresentam quantidades de madeira recuperável superiores à média encontrada, o que poderá levar à conclusão de que os resultados obtidos estão correctos no que diz respeito à ordem de grandeza (Merl *et al.*, 2007).

As conclusões que advieram da realização destes questionários e consequente discussão dos resultados obtidos, são as seguintes (Merl *et al.*, 2007):

- Deverão existir dados estatísticos mais detalhados em cada país. A existência de informação mais detalhada permite que os outros intervenientes no sistema se interessem em investir recursos nesta fonte de “matéria-prima”.
- Deverão existir sistemas de classificação análogos nos vários países Europeus, como forma de evitar ou reduzir os riscos associados a emissões de poluentes e à presença de contaminantes nos painéis de aglomerados.
- A deposição em aterro deverá ser evitada pois é a opção menos sustentável. Poderá ser utilizada como solução temporária, caso não existam no momento outras alternativas viáveis.
- Deverá estimular-se a utilização sustentável da madeira. A par dos aumentos dos consumos de matéria-prima madeira verificar-se-ão, igualmente, aumentos das

quantidades de madeira recuperável disponível. As opções de reutilização, reciclagem e valorização energética são todas válidas, mas serão os valores de mercado que irão definir quais os destinos mais frequentes. Contudo, é importante salientar a necessidade de existência de políticas que proporcionem condições de mercado equivalentes para todos os destinos possíveis.

- No futuro é necessária uma melhor recolha de dados, juntamente com o desenvolvimento e execução de melhores sistemas de gestão. Tais sistemas de gestão deverão reflectir as vantagens no que diz respeito ao valor acrescentado e empregos criados (por exemplo, por tonelada de material), sempre que houver comparação entre cada uma das opções.
- Após o último ciclo de vida do produto de madeira este deverá ser utilizado como combustível.

3.5 Comparação de resultados

Neste capítulo pretende-se fazer uma síntese comparativa, sempre que possível, dos resultados apresentados anteriormente para as quantidades de madeira recuperável produzida em Portugal, sob a forma de resíduos de madeira.

Na Figura 3.22 apresenta-se de forma cronológica no que concerne aos dados de origem, os vários relatórios e fontes analisadas e entre os quais se procurará encontrar relações.

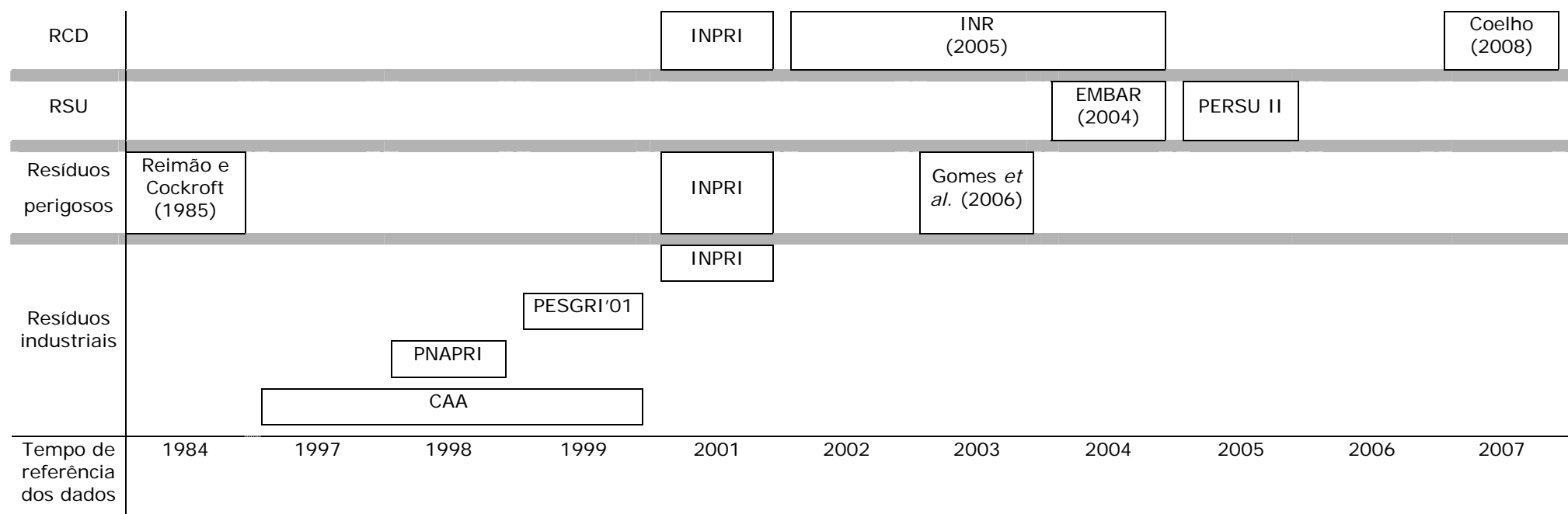


Figura 3.22 Apresentação cronológica dos relatórios analisados neste trabalho sobre a produção de resíduos de madeira em Portugal

Resíduos industriais

No Quadro 3.31 apresentam-se os resultados obtidos para a fracção madeira na produção de RI nos trabalhos, PNAPRI, PESGRI'2001 e INPRI, apresentados anteriormente.

Quadro 3.31 Resumo das estimativas das quantidades de resíduos de madeira identificados por código CER e LER

Ano ⁽¹⁾		Quantidades [t]		
		1998	1999	2001
CER	LER	PNAPRI ⁽²⁾	PESGRI	INPRI
03		625 282	2 769 358	2 593 741
03 01 01			589 224	
03 01 02	03 01 05	-	614 029	-
03 01 03	03 01 05		1 521 036	
03 01 99			45 069	

Fonte: Adaptado de INETI (2001b), INR (2001) e INR (2003) ¹ano a que se referem os dados; ²apenas resíduos do sector da "Fileira da Madeira"

Os resultados obtidos para a produção de resíduos de madeira resultantes da actividade industrial (código CER e LER 03), mostram que as quantidades obtidas em 1998 são cerca de quatro vezes inferiores àquelas produzidas em 1999 e 2001. Contudo, esta disparidade poderá dever-se ao seguinte:

- os resultados do PNAPRI (INETI, 2001b) aqui apresentados apenas se referem aos resíduos de madeira resultantes das actividades do sector da "Fileira da Madeira", enquanto que os resultados do PESGRI (INR, 2001) e INPRI (INR, 2003) se referem à totalidade dos sectores industriais (ver capítulo 3.2.1). Contudo, segundo INR (2003), verificou-se que os RIB do sector representavam cerca de 90% da totalidade dos resíduos produzidos com código CER e LER 03 e como tal, deveria ser possível a comparação entre todos os valores apresentados;
- para complementar o ponto anterior, entre 1997 e 1999, segundo MA (2000b), verificou-se um aumento de 7.8 vezes, no preenchimento dos MRRI (ver capítulo 3.2.1). Daí poderá também advir o fenómeno do grande aumento verificado nas quantidades estimadas de resíduos de madeira entre 1998 e 1999.

Na realidade, as quantidades estimadas em PESGRI (INR, 2001) e INPRI (INR, 2003) para a produção de resíduos de madeira (código CER e LER 03) não diferem em muito, 2 769 358 toneladas em 1999 e 2 593 741 toneladas em 2001, o que poderá indicar que se tratam de números próximos dos reais. A redução verificada da quantidade produzida destes resíduos pode estar relacionada com a redução generalizada das quantidades de produtos vendidos entre 1999 e 2001 nos sectores industriais CAE-Rev.2, CAE 20 e CAE 36 (INE, 2000; INE, 2002a e INE, 2002b).

Resíduos de madeira nos RSU

Os resíduos de madeira/embalagens contidos nos RSU foram estimados de forma grosseira no capítulo 3.2.2 em cerca de 225 mil toneladas, mas como não foram encontradas outros valores para comparação das produções deste madeira recuperável em Portugal, não é possível chegar a uma conclusão.

Resíduos de embalagens de madeira

Os resíduos de embalagens de madeira são produzidos não só ao nível dos RSU, e esses estarão incluídos nos quantitativos referidos no ponto anterior, mas também, nas actividades comerciais e industriais.

Em INR (2001) apresentam-se as estimativas da produção de resíduos de madeira, sob a forma de embalagens e resíduos equiparados a urbanos, encontrados nos resíduos industriais (Quadro 3.32).

Quadro 3.32 Estimativas das quantidades de resíduos de madeira nos RI, identificados por código CER e LER

CER	LER	Quantidades [t/ano]
		PESGRI
15 01 03		134 364
20 01 07	15 01 03	7 739

Fonte: Adaptado de INR (2001)

As cerca de 134 mil toneladas de resíduos de embalagens de madeira estimadas para 2001, são cerca de metade da quantidade de embalagens de madeira colocadas no mercado nesse ano (Quadro 3.20), o que permite pensar que pelo menos é um valor plausível. Adicionalmente, considerando que estes resíduos estarão incluídos na totalidade dos RSU estimados, faz igualmente sentido que este valor esteja abaixo das 225 mil toneladas de resíduos de madeira/embalagem já referidos. Contudo, é extremamente difícil tirar alguma conclusão, pois não há termo de comparação nem dados concretos àcerca desta matéria.

Resíduos de madeira nos RCD

Para a fracção madeira nos RCD, códigos CER e LER 17 02 01, a informação encontrada é bastante escassa, apesar de se adiantar que deverá representar cerca de 5% do total produzido em Portugal (Quadro 3.24). Contudo, mesmo com esta indicação persistem muitas dúvidas, uma vez que há inúmeras estimativas de produção de RCD, quase todas elas muito diferentes entre si (Quadro 3.25 e Quadro 3.26) e com enormes variações em curtos períodos de tempo. A este fluxo de resíduos parece estar associada uma grande incerteza e, a título de exemplo, no Quadro 3.33 apresentam-se duas estimativas que sendo muito díspares entre si, dão uma ideia clara da indefinição do panorama nacional nesta matéria.

Quadro 3.33 Resumo das estimativas da fracção madeira (CER e LER 17 02 01) nos RCD

CER e LER	Quantidades [t/ano]	
	2001 ¹	2007
17	1 282 673	6 440 000 ²
17 02 01	-	51 700 ³

Fonte: ¹INR (2003); ²projecção nacional em Coelho e Brito (2007); ³Coelho (2008)

Com base na informação disponível nas mais variadas fontes, não é possível chegar a resultados conclusivos.

Resíduos perigosos

No que diz respeito aos resíduos perigosos em madeira, as estimativas da disponibilidade desta madeira recuperável poderão basear-se nas quantidades produzidas anualmente de produtos de madeira preservada. Os resultados dos inquéritos realizados por Gomes, (2004), indicam a produção anual de 75 mil metros cúbicos em 2003, o que corresponderá a aproximadamente 45 mil toneladas deste material. Estes valores são cerca de três vezes superiores aos indicados no âmbito da acção COST E31 (Quadro 3.30), não permitindo tirar daqui qualquer conclusão.

Adicionalmente, para além da madeira recuperável perigosa, disponível dos produtos de madeira preservada produzidos e que chegam ao seu fim de vida útil, é necessário considerar os resíduos industriais resultantes desta produção. Estas quantidades foram estimadas em INR (2003), e rodam as 90 toneladas por ano, RIP com o código CER 03 (Quadro 3.15).

Quantidades totais

Relativamente aos quantitativos totais de resíduos de madeira, aqui designados por “madeira recuperável”, não se irão apresentar essas estimativas, pois considera-se que terão associado um erro considerável, perante todas as dúvidas e indefinições, já explicitadas e encontradas nos vários fluxos de resíduos.

Uma forma de contornar esta dificuldade poderá fazer-se, por exemplo, assumindo que a madeira recuperável disponível em Portugal é aproximada daquela que tem vindo a ser utilizadas pela indústria da fabricação de painéis de partículas, que se considera ser a indústria mais representativa de reciclagem de madeira em Portugal. Contudo, as 240 mil toneladas/ano indicadas, estão aquém daquelas estimadas como disponíveis nos vários fluxos de resíduos, o que levanta a dúvida de quais serão os destinos e forma de distribuição dados aos restantes quantitativos. Curiosamente, as referidas 240 mil toneladas são um valor muito próximo daquele indicado por Portugal, no âmbito da acção COST E31, como sendo a quantidade de madeira recuperável disponível no País, 236 mil toneladas em 2004 (Quadro 3.30). Assim, a quantidade de madeira recuperável

produzida *per capita* em Portugal é cerca de 1/3 do valor médio dos 18 países que apresentaram resultados (Figura 3.21), 65 kg/capita, o que poderá indicar que os nossos valores estão realmente subestimados.

4 Indicadores

Uma, entre várias, formas possíveis de caracterizar a disponibilidade de madeira recuperável em Portugal, seria recorrendo à utilização de indicadores e/ou índices, tal como foi realizado por exemplo em Borrego (2003), cujos resultados serão apresentados no capítulo 4.3.

Seguidamente apresenta-se algum do enquadramento que está por detrás da criação e utilização de indicadores, particularmente na área do ambiente e desenvolvimento sustentável.

Um indicador é uma medida, geralmente quantitativa, que pode ser utilizada para ilustrar e comunicar fenómenos complexos de forma simplificada, incluindo tendências e evoluções ao longo do tempo (EEA, 2005). Os indicadores ambientais são utilizados para fornecer informação acerca de fenómenos considerados típicos e/ou críticos para a qualidade do ambiente (EEA, 1999).

A comunicação é a principal função de um indicador, que deve ocorrer através da disponibilização de informação à cerca de um determinado assunto (ou promoção da sua troca). A função de comunicação exige simplicidade e, na realidade, os indicadores tentam simplificar uma realidade complexa, partindo de dados considerados relevantes e que estão disponíveis, para explicar outros fenómenos (EEA, 1999).

Para que um indicador cumpra o seu objectivo de comunicar uma realidade de forma simplificada, deve (EEA, 2003):

- estar relacionado com as perspectivas dos agentes a quem se destina;
- ser atractivo para consulta e acessível;
- simples e de fácil interpretação;
- convidar à acção (por exemplo: ler mais, investigar, questionar, fazer algo);
- ser representativo do assunto ou área considerados;
- mostrar a evolução num intervalo de tempo relevante (um período no qual seja possível verificar alterações);
- ser acompanhado de um valor de referência que permita comparar evoluções ao longo do tempo;
- ser acompanhado de uma explicação das causas por detrás das tendências verificadas;
- permitir a comparação com outros indicadores que descrevem áreas, sectores ou actividades similares;
- ser cientificamente bem fundamentado;
- basear-se em dados estatísticos fiáveis.

4.1 Enquadramento

No desenvolvimento e organização de indicadores, qualquer que seja o tipo, há vários enquadramentos possíveis. Além disso, existem alterações ao longo do tempo relacionadas não só com o melhor conhecimento científico dos problemas ambientais, mas também, com a evolução e os valores sociais (OECD, 1993).

A Agência Europeia de Ambiente (EEA) utiliza uma versão alargada do modelo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), apresentado em OECD (1993), conhecido como modelo DPSIR - "Driving forces - Pressures - State - Impact - Responses" (EEA, 2003).

Segundo o modelo DPSIR (ver Figura 4.1), o crescente desenvolvimento social e económico, as Actividades humanas (D - "Driving forces"), exercem Pressões sobre o Ambiente (P - "Pressures"), e como consequência, há alterações do Estado do Ambiente (S - "State"). Estas alterações vão levar a Impactes (I - "Impacts"), por exemplo na saúde humana, nos ecossistemas e nos materiais, o que poderá implicar Respostas (R - "Responses") por parte da sociedade, que alimentem novamente outros elementos do modelo, através de adaptação ou acções correctivas.

Este modelo descreve uma situação dinâmica, devido às constantes retroacções que existem em todo o sistema. Pela sua natureza, os indicadores mostram um sistema em mudança constante, ao mesmo tempo que as avaliações que os acompanham permitem identificar as relações dinâmicas entre os elementos do sistema (EEA, 2003).

A grande maioria dos relatórios de indicadores compila conjuntos de indicadores físicos, químicos ou biológicos, reflectindo análises das relações existentes entre o sistema ambiental e o sistema humano. Contudo, a realidade é mais complexa do que aquilo que é possível descrever com este tipo de modelo de análise de sistemas, pois existe alguma arbitrariedade na definição do que são sistemas ambientais e humanos, e muitas das relações existentes entre estes sistemas são demasiado complexas para serem descritas de forma tão simplificada (EEA, 1999).

Do ponto de vista do desenvolvimento de políticas, é necessário obter alguma informação específica no que se refere a (EEA, 1999):

- Actividades humanas (D) - causas sócio-económicas subjacentes ao problema ambiental em estudo;
- Pressões (P) - pressões ambientais provocadas pela utilização de recursos e geração de resíduos e emissões;
- Estado (S) - o estado do ambiente;
- Impactes (I) - os efeitos nos ecossistemas e na saúde humana;
- Resposta (R) - resposta da sociedade às alterações no ambiente.

Para satisfazer estas necessidades de informação, os indicadores ambientais devem reflectir os elementos da cadeia causal que ligam as actividades humanas aos seus impactes últimos, bem como às respostas sociais dadas a esses mesmos impactes.

Para responder a determinadas questões chave, podemos focar-nos em determinadas fases do modelo DPSIR:

- “O que está a acontecer?” – “S” e “I”
- “Porque está a acontecer?” – “D” e “P”
- “Estamos a detectar mudanças?” – “P” e “D”
- “Quão eficazes têm sido as respostas?” – “R”

O modelo DPSIR é útil para descrever as relações entre as origens e consequências dos problemas ambientais, mas, para melhor conhecer as suas dinâmicas, é também útil estudar as ligações entre os vários elementos do modelo.

A Figura 4.1 apresenta as ligações entre os vários elementos do sistema, que têm implicações directas em todo o sistema. Por exemplo, a relação entre “D” e “P”, para uma determinada actividade económica, é função da eco-eficiência da tecnologia utilizada, ou seja, verificar-se-á uma diminuição de “P” para uma “D” idêntica, caso se verifique um aumento da eco-eficiência. De modo análogo, a relação entre os “I” no Homem e nos ecossistemas e o “S”, depende da capacidade de resposta desses sistemas. A existência de uma “R” a estes impactes irá depender da forma como eles são interpretados e avaliados, e os efeitos da “R” na “D” dependem da eficácia dessa mesma resposta.

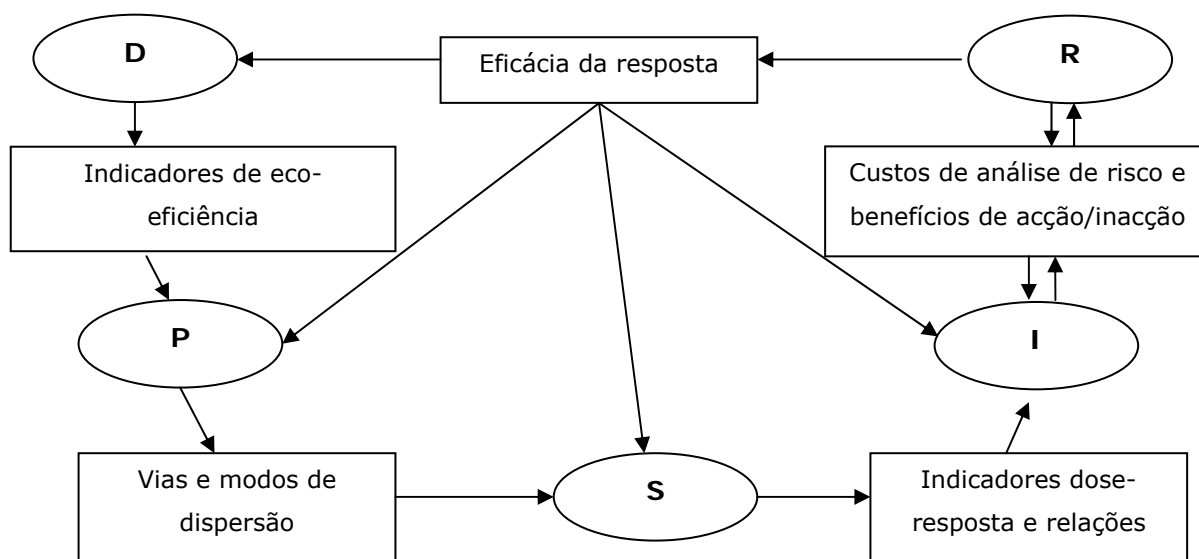


Figura 4.1 Estrutura conceptual do modelo DPSIR utilizado em relatórios que tratam de questões ambientais, mostrando possíveis ligações entre os vários elementos (adaptado de EEA, 1999)

No caso específico da actividade de desenvolvimento de políticas, os indicadores ambientais são utilizados para (EEA, 2003):

- fornecer informação à cerca dos problemas ambientais, de forma a permitir que os responsáveis pelo desenvolvimento de políticas avaliem a sua relevância;
- apoiar o desenvolvimento de políticas e a definição de prioridades, através da identificação dos factores chave que causam “pressões” no ambiente;

- para monitorizar os efeitos de aplicação das políticas;
- aumentar a consciência pública dos problemas ambientais. A disponibilização de informação sobre “D”, “I” e “R” a nível das políticas é, na realidade, uma estratégia normalmente utilizada para reforçar o apoio às medidas políticas tomadas.

Como principais vantagens da utilização de indicadores, podem indicar-se as seguintes (DGA, 2000):

- capacidade de síntese de informação de carácter técnico e científico;
- identificação das variáveis-chave do sistema e tendências;
- facilidade de transmitir informação;
- instrumento de apoio à decisão e processos de gestão ambiental;
- permite a comparação com padrões e metas pré-definidas;

Apesar de todas as vantagens associadas à utilização de indicadores, existem algumas limitações na utilização destas ferramentas, entre as quais:

- inexistência de informação de base;
- dificuldades na definição de expressões matemáticas que melhor traduzam os parâmetros seleccionados;
- perda de informação nos processos de agregação dos dados;
- diferentes critérios na definição dos limites de variação do índice em relação às imposições estabelecidas;
- ausência de critérios robustos para selecção de alguns indicadores;
- dificuldades na aplicação em determinadas áreas, como por exemplo, o ordenamento de território.

4.2 Tipologia de indicadores

Segundo a EEA (2003), podem definir-se cinco tipos de indicadores (ver Quadro 4.1), cujas características serão seguidamente detalhadas.

Quadro 4.1 Classificação de indicadores por tipologia

Tipologia		Permitem responder à seguinte questão
A	Descritivos	O que se passa com o ambiente e com o Homem?
B	Desempenho	Tem importância?
C	Eficiência	Há melhoria?
D	Eficácia da política	Há melhoria desde a aplicação da política?
E	Bem estar total	No geral estamos melhores que anteriormente?

Fonte: Adaptado de **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** (2003)

Indicadores descritivos – Tipo A

Os indicadores descritivos (Tipo A, no Quadro 4.1) são utilizados na descrição da situação actual (ou de referência), no que concerne às questões ambientais, tais como, alterações climáticas, acidificação, contaminação e resíduos, relativamente aos níveis geográficos

em que se manifestam. A grande maioria dos indicadores utilizados pelos países e agências internacionais são baseados no modelo DPSIR, ou em modelos derivados deste (EEA, 2003).

Indicadores “actividades humanas”

Os indicadores “actividades humanas” (D) descrevem o desenvolvimento social, demográfico e económico nas sociedades e as alterações correspondentes nos estilos de vida, níveis de consumo e padrões de produção. São considerados “D” primários, o crescimento da população e o desenvolvimento das necessidades individuais. Estes “D” provocam alterações generalizadas nos níveis de produção e consumo, e é através destas alterações que se exercem pressões “P” sobre o ambiente (EEA, 1999).

Como exemplo de um indicador actividades humanas, temos o desenvolvimento de qualquer actividade industrial.

Indicadores “pressão”

Os indicadores “pressão” (P) descrevem alterações relacionadas com, por exemplo, a libertação de substâncias (como é o caso das emissões), agentes físicos e biológicos, a utilização de recursos e uso do solo. As “P” exercidas pela sociedade são transportadas e transformadas num variedade de processos naturais que acabam por se manifestar em alterações das condições ambientais (EEA, 1999).

Como exemplos deste tipo de indicadores temos a produção de resíduos urbanos e a produção de resíduos por actividade económica.

Indicadores “estado”

Os indicadores “estado” (S) descrevem de forma quantitativa e qualitativa fenómenos físicos (de que é exemplo a medição da temperatura), fenómenos biológicos (como a disponibilidade de peixes), e fenómenos químicos (como as concentrações de CO₂ atmosférico) num determinado local (EEA, 1999).

Estes indicadores podem ser utilizados para descrever, por exemplo, as quantidades de madeira recuperável disponível em Portugal.

Indicadores “impacte”

Os indicadores “impacte” (I) são utilizados para descrever as alterações provocadas no estado do ambiente, resultantes de determinadas “P”. Estas alterações têm implicações nas funções sociais e económicas do ambiente, tais como, condições para a saúde, disponibilidade de recursos e biodiversidade. Os impactes ocorrem numa determinada sequência (EEA, 1999). Por exemplo, a poluição do ar pode causar o aquecimento global (efeito primário), que por sua vez causa um aumento das temperaturas (efeito secundário), que por seu lado pode provocar um aumento do nível médio da água do mar (impacte terciário), que poderá resultar numa perda de biodiversidade.

Indicadores “resposta”

Indicadores “resposta” (R) são aqueles que se referem às respostas dadas por grupos (e indivíduos) na sociedade, assim como, às tentativas dos governos de prever, compensar, melhorar ou adaptar-se às alterações ocorridas no estado do ambiente. Algumas destas “R” podem ser consideradas “D” negativas, uma vez que o seu objectivo é redireccionar padrões de consumo e produção. Outras respostas apontam para uma maior eficiência dos produtos e processos, através do estímulo da utilização de “tecnologias limpas” (EEA, 1999). Como exemplos deste tipo de indicador temos: a valorização e reutilização por classe de resíduo, o tratamento e destino final de resíduos e a produção de energia a partir de resíduos.

Indicadores de desempenho – Tipo B

Os indicadores de desempenho (Tipo B, no Quadro 4.1) reflectem a situação actual, tal como está, sem qualquer referência a como deveria estar. Contudo, estes indicadores comparam as condições actuais com determinadas condições de referência, e medem a distância entre o estado do ambiente actual, e o estado do ambiente que é desejado (objectivo): análise da “distância à meta”.

A maioria dos países e agências internacionais utilizam estes indicadores para monitorizar o seu progresso, relativamente a metas ambientais estabelecidas. Podem referir-se a diferentes tipo de condições/valores de referência, tais como:

- metas de políticas nacionais;
- metas de políticas internacionais, aceites pelos Governos;
- tentativa de aproximação a níveis de sustentabilidade.

Exemplo de indicador de desempenho é, por exemplo, os níveis de emissão de CO₂ per capita nos Estados Membros, e comparação com o valor máximo aceitável, ao nível de 1990, do CO₂ atmosférico global.

Indicadores de eficiência – Tipo C

Os indicadores de eficiência (Tipo C, no Quadro 4.1) incluem indicadores que estabelecem ligações entre as pressões exercidas sobre o ambiente e as actividades desenvolvidas pelo Homem, permitindo um melhor conhecimento sobre a eficiência dos produtos e processos. A eficiência é medida em termos da quantidade de recursos utilizados, das emissões e da quantidade de resíduos gerados, por unidade de produto desejado (EEA, 1999). Também existem indicadores de eficiência agregados, tais como, a “eficiência ambiental” de um país, que pode ser descrita em termos dos níveis de emissões e resíduos produzidos por unidade do Produto Interno Bruto (PIB), ou a eficiência energética de um automóvel, que pode ser descrita como o volume de combustível consumido por pessoa, por quilómetro percorrido.

Indicadores de eficácia da política – Tipo D

Os indicadores de Eficácia da Política (Tipo D, no Quadro 4.1) relacionam as alterações verificadas nas variáveis ambientais com o trabalho realizado a nível da aplicação de políticas. Permitem estabelecer a ligação entre indicadores “resposta” e qualquer dos indicadores “estado”, “actividades humanas”, “pressão” ou “impacte”. Estes indicadores de Tipo D são fundamentais para melhor compreender as razões que estão por detrás de alterações verificadas. A primeira utilização verificada na União Europeia surgiu nas publicações da EEA – “Environmental Signals” (EEA, 2001 e EEA, 2002).

Enquanto que, para os restantes tipos de indicadores já apresentados, é necessário existir informação que os acompanhe e explicita as razões por detrás do seu desenvolvimento, no caso destes indicadores (tipo D) muita da informação já está contida na apresentação dos resultados (em gráfico ou outra forma). Apesar da vantagem já referida, a produção de indicadores deste tipo implica uma quantidade considerável de dados, assim como um profundo conhecimento do fenómeno em análise. Com o aumento da capacidade de análise de políticas, tanto a nível de cada País individualmente, como a nível Europeu, é provável que se verifique uma evolução do modelo actual em que este tipo de indicador relaciona os resultados com medidas técnicas tomadas, para um modelo em que se estabeleça uma relação directa com as decisões políticas tomadas e que levaram às alterações tecnológicas verificadas (EEA, 2003).

Indicadores agregados de sustentabilidade – Tipo E

Os indicadores agregados de sustentabilidade (Tipo E, no Quadro 4.1) pretendem dar uma medida da sustentabilidade total, e de certa forma responder à pergunta: “estamos melhor em termos globais?”. É uma variante do PIB “verde”, tal como o *Index of Sustainable Economic Welfare* (ISEW) (EEA, 2003).

4.3 Indicadores de resíduos

O desenvolvimento de indicadores deve satisfazer algumas questões de base, de forma que os resultados obtidos possam ser comparados com os resultados de outros estudos. Entre outros, na criação de indicadores de resíduos, é importante considerar o seguinte:

- utilização de uma definição clara daquilo que se pretende estudar, por exemplo, no caso dos resíduos poderão utilizar-se as definições constantes da LER;
- a terminologia utilizada nos processos industriais, desde as matérias-primas, a subprodutos e resíduos, deverá ser clarificada sempre que houver margem para dúvidas;
- definição de limites do sistema em estudo, pois é importante conhecer as actividades que estão ou não incluídas no estudo, e deve estar bem explicitados estes limites;

- utilização de unidades de referência, ou seja, os resultados deverão apresentar as quantidades de resíduos produzidos por unidade de referência, que poderá ser uma unidade de produto ou unidade económica;
- informação como, a identificação do ciclo de vida, os impactes ambientais causados pela utilização, reciclagem ou eliminação, do produto, poderão ser incluídos para permitir uma melhor análise de todo o sistema;
- a inclusão de referências à qualidade dos resíduos calculados também é importante, uma vez que uma pequena quantidade de um resíduo tóxico não pode ser comparável a grandes quantidades de resíduos não perigosos.

Tendo em consideração que o objectivo deste trabalho é o estudo do fluxo embalagens de madeira, neste capítulo apresentam-se alguns exemplos da utilização de indicadores relacionados com a produção e gestão deste tipo de madeira recuperável.

Fabrico de embalagens de madeira

No Inventário de Resíduos Sólidos Industriais (Borrego, 2003) está descrita a metodologia e resultados de um trabalho realizado com o objectivo da determinação de indicadores que possibilitassem o cálculo da produção de resíduos industriais em Portugal, por código CER e LER. Nesse trabalho foram estudadas as divisões com os CAE 20 e 36 (CAE-Rev.2), apresentando-se no Quadro 4.2 os resultados dos índices determinados para a subclasse CAE 20400 “Fabricação de embalagens de madeira” (CAE-Rev.2), por códigos CER e LER.

Quadro 4.2 Índices de produção de resíduos para o CAE 20400, segundo os códigos CER e LER

CER	LER	Índices		
		Resíduos/Produção		Resíduos/N.º de trabalhadores
		[kg/unidade]	[kg/m ³]	[kg/trabalhador]
03 01 01		2.45	704	40600
030102	030105	2.67	469	40800
030103	030105	2.32	1110	73400
030200	030201*/02*/ 03*/04*/05*	-	0.984 m ³ /m ³	70 m ³ /trabalhador
100101		-	6.5	256
130200	130208*	0.0118	-	54
150102	150102	0.000237	-	56
200106	200140	0.000294	-	47

Fonte: Adaptado de Borrego (2003)

Os resultados apresentados para a distribuição de subprodutos e resíduos neste subsector (Figura 4.2), no que diz respeito à fracção aparas (CER 030103), são idênticos àqueles já apresentados em INETI (2001b), conforme é possível verificar na Figura 3.15.

Contudo, em relação às restantes fracções é difícil encontrar semelhanças nos resultados de ambos os estudos.

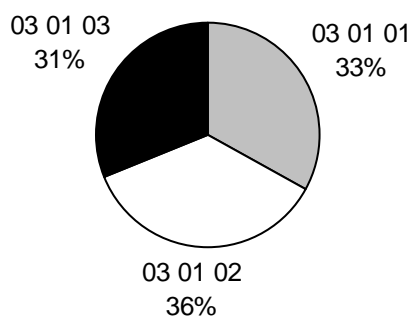


Figura 4.2 Distribuição percentual dos resíduos, em massa, na subclasse 20400

Como não foi possível encontrar em bibliografia outros índices para a produção destes resíduos e subprodutos, não é possível fazer a comparação com os indicados.

Produção e reciclagem de resíduos de embalagens

A EEA criou um indicador que pretende representar a quantidade total de embalagem utilizada na EU, em kg *per capita* e percentagens (EEA, 2007).

É expectável que as quantidades de embalagens usadas igualem as quantidades de resíduos de embalagens produzidos, uma vez que as embalagens são produtos com um período de vida bastante curto. As questões a que este indicador pretende responder são:

- “estamos a prevenir a produção de resíduos de embalagens?”
- “estamos a gerir os resíduos de embalagem gerados de forma sustentável?”

Assistiu-se a um aumento generalizado nas quantidades de embalagens colocadas no mercado, o que não está de acordo com o objectivo da Directiva embalagens e resíduos de embalagens (Directiva 94/62/CE, de 20 de Dezembro de 1994), que apontava para a prevenção da sua produção. Apesar disto, foram cumpridas e excedidas as metas de reciclagem de resíduos de embalagens de 25% impostas para 2001. Em 2004 as taxas de reciclagem da EU-25 foram de 54%, encontrando-se próximo da meta de 55% estabelecida para 2008. No Quadro 4.3 encontram-se alguns dos resultados obtidos relativamente à produção de resíduos de embalagem em vários países. Apesar das variações anuais, a tendência em EU-15 é de crescente produção de resíduos de embalagens.

Há diferentes tendências de produção de resíduos *per capita* nos vários países (Quadro 4.3), contudo, em alguns países, como é o caso da Itália e Alemanha, há uma tendência de crescimento, ao passo que noutros, como a França, Irlanda e Áustria parece existir uma estabilização ou até inversão da tendência, apesar de por vezes em valores elevados.

Quadro 4.3 Resíduos de embalagens produzidos *per capita* e por país

	Quantidade [kg/capita]							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
EU-15	160	168	169	174	172	176	174	179
EU-25	-	-	-	-	-	-	-	168
Alemanha	167	172	178	184	182	187	187	188
Áustria	138	140	141	146	137	132	142	134
Bélgica	133	140	145	146	138	144	156	155
Chipre	-	-	-	-	-	-	-	174
Dinamarca	172	158	159	160	161	159	177	175
Eslováquia	-	-	-	-	-	-	77	69
Eslovénia	-	-	-	-	-	-	-	81
Espanha	147	159	155	164	146	156	173	172
Estónia	-	-	-	-	-	-	-	98
Finlândia	81	82	86	86	88	87	118	124
França	190	199	205	212	208	206	204	204
Grécia	68	76	81	88	92	94	-	-
Holanda	176	161	164	182	186	193	208	197
Hungria	-	-	-	-	-	78	-	81
Irlanda	164	184	187	209	212	217	202	205
Itália	166	188	193	194	195	197	200	209
Lituânia	-	-	-	-	-	-	-	69
Lituânia	-	-	-	-	-	-	-	103
Luxemburgo	181	181	182	182	181	191	194	204
Polónia	-	-	-	-	-	-	-	89
Portugal	84	102	120	123	127	128	0	135
Reino Unido	171	175	157	156	158	167	168	170
República Checa	-	-	-	-	-	82	71	76
Suécia	104	108	110	110	114	115	158	164

Fonte: Adaptado de EEA (2007)

O valor médio de produção em 2004, para EU-25 foi de 168 kg/capita, mas, verificam-se inúmeras variações entre Estados Membros, desde 209 kg/capita em Itália a 124 kg/capita na Finlândia, até 69 kg/capita na Eslováquia e Lituânia (2004).

As variações observadas parecem reflectir diferenças entre padrões de produção e consumo, como por exemplo, a utilização de embalagens reutilizáveis versus embalagens de tara perdida. Existe ainda a possibilidade de que os dados não estejam a ser recolhidos da mesma forma por todos os países ou sejam recolhidos com base em definições do que é uma embalagem ou de que tipos de embalagens têm de ser consideradas nesta informação.

5 Metodologia

A metodologia apresentada neste trabalho está dividida em duas partes, uma referente à metodologia utilizada para estimar e caracterizar as quantidades de embalagens de madeira colocadas no mercado e outra referente aos cálculos da taxa de reciclagem destes resíduos em Portugal.

5.1 Embalagens de madeira nos RSU e RI

A metodologia que a seguir se descreve foi utilizada em EMBAR (2004) no Estudo “Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos e Industriais de Embalagens de Madeira e dos Respectivos Fluxos”. Na referida metodologia, as embalagens de madeira foram separadas em três grandes grupos: paletes de tara retornável, paletes de tara perdida e outras embalagens de madeira, onde estão incluídas as caixas, tabuleiros e grades.

Na Figura 5.1 encontra-se uma representação esquemática da forma de funcionamento de todo o sistema.

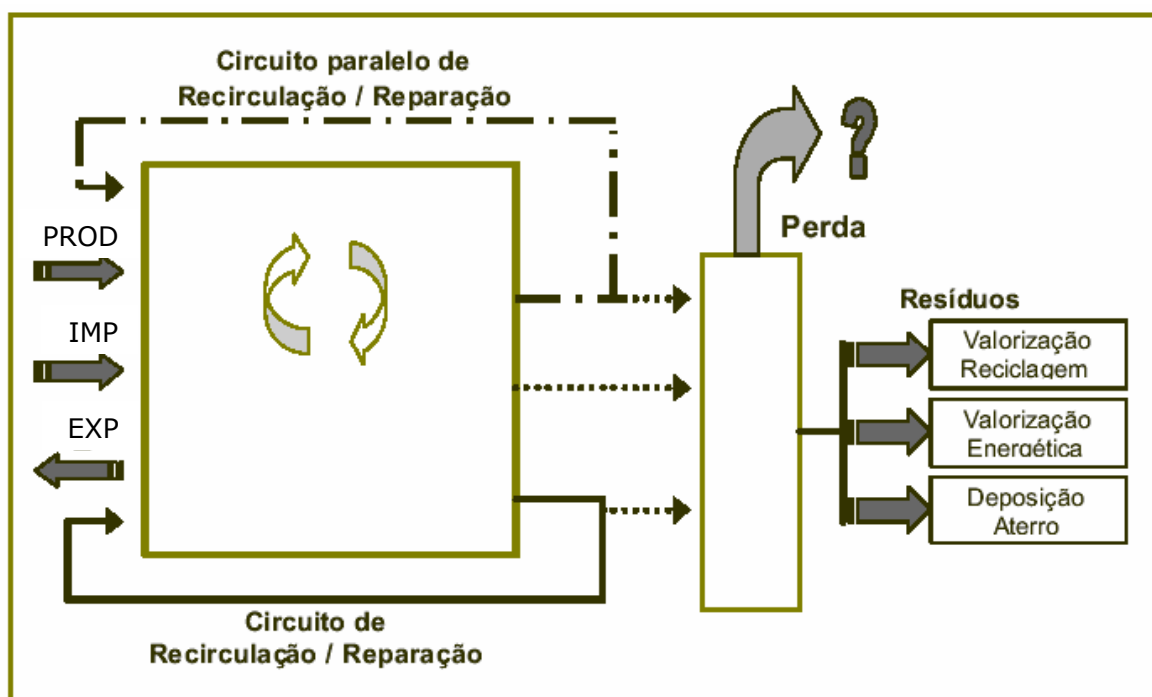


Figura 5.1 Esquema do funcionamento do circuito das embalagens de madeira e respectivos fluxos. PROD - produção, IMP - importação, EXP - exportação (adaptado de EMBAR, 2004)

No esquema apresentado na Figura 5.1 é possível identificar as seguintes entradas e saídas do sistema:

Entradas no Sistema

- Produção (PROD) de novas embalagens;
- Importação (IMP) de embalagens vazias ou a cheio, utilizadas para acondicionar os produtos importados.

Saídas do Sistema

- Exportação (EXP) de embalagens vazias ou a cheio, utilizadas no acondicionamento e transporte de produtos exportados;
- Fluxos de resíduos que são directamente encaminhados para valorização energética ou reciclagem;
- Perdas do sistema, onde se englobam todos os resíduos com destino desconhecido.
- Resíduos cujo destino final não é declarado.

Saliente-se que na Figura 5.1 é ainda necessário considerar alguns fluxos internos, tais como a recirculação e a reparação de embalagens, quer sejam efectuadas no circuito oficial ou no circuito paralelo.

No Quadro 5.1 são apresentadas estimativas para o número de utilizações de cada tipo de embalagem, sendo que as embalagens de madeira sujeitas a recirculação são todas aquelas que são colocadas novamente no mercado.

Quadro 5.1 Estimativa do número médio de utilizações por tipo de embalagem

Tipo de Embalagens	N.º médio de utilizações
Tara retornável	8
Tara perdida	2
Outras embalagens	1.5*

Fonte: Adaptado de EMBAR (2004); *metade das embalagens são utilizadas 1 vez e a outra metade 2 vezes

No trabalho realizado em EMBAR (2004), os dados que serviram de base aos cálculos realizados foram recolhidos de fontes diversas, tendo adicionalmente sido realizados diversos questionários com o objectivo de obter dados o mais próximo possível da realidade junto dos seguintes agentes económicos que operavam no sistema:

- fabricantes e recuperadores de embalagens de madeira;
- operadores de recolha privada de resíduos de embalagens de madeira;
- sistemas municipais integrados no SIGRE e às restantes autarquias que à data operavam, à margem desse sistema;
- vasto leque de utilizadores de embalagens de madeira, que funcionavam como meros intermediários/transportadores ou produtores de produtos que eram normalmente acondicionados em embalagens de madeira.

Com base nos resultados dos referidos questionários foram, àquela data, definidos fluxos de funcionamento do sistema, a que se chamaram - fluxos conhecidos do sistema. Os restantes fluxos foram determinados a partir dos fluxos conhecidos e calculados com base em pressupostos claramente definidos.

Neste trabalho de actualização, optou-se pela não realização dos questionários, uma vez que é um processo bastante moroso e na maioria da vezes com um grau de sucesso bastante reduzido. Considerou-se que a relação custo-benefício seria pouco adequada para os recursos disponíveis à data de início deste trabalho. Contudo, e para ultrapassar esta situação, serão usados os conhecimentos adquiridos aquando da realização dos inquéritos em EMBAR (2004).

5.1.1 Determinação dos fluxos conhecidos

Produção

A produção (PROD) de embalagens de madeira é determinada com base em dados do Eurostat para os anos em estudo (2000 a 2006). No Quadro 5.2 são apresentados os códigos dos produtos utilizados da classificação PRODCOM, assim como as unidades em que são disponibilizados.

Quadro 5.2 Códigos dos produtos utilizados da classificação PRODCOM, designação e unidades em que são disponibilizados

Código PRODCOM	Designação do produto	Unidades
20 40 11 33	Paletes, aros de paletes	N.º unidades
20 40 11 35	"Paletes-caixas" e outros estrados para carga, de madeira	N.º unidades
20 40 12 13	Caixotes, caixas, engradados, barricas e embalagens semelhantes, de madeira	kg
20 40 12 50	Barris, cubas, balsas, dornas, selhas e outras obras de tanoeiro e respectivas partes, de madeira	kg

Fonte: Eurostat (2008)

Tendo em consideração que no caso das paletes os dados são disponibilizados em número de unidades produzidas é necessária a conversão para unidades de massa (quilograma ou tonelada).

Neste trabalho, considera-se que para a produção de paletes, 80% do total, em massa, são paletes de tara retornável e os restantes 20% paletes de tara perdida. Assume-se, igualmente, que as paletes de tara retornável têm um peso médio de 25 kg e as paletes de tara perdida um peso médio de 20 kg. Quanto à categoria outras embalagens, considera-se que são 100% de tara perdida (EMBAR, 2004).

Importação e exportação

Embalagens a vazio

A importação (IMP) e a exportação (EXP) de embalagens de madeira (a vazio) são igualmente determinadas com base em dados estatísticos (Eurostat, 2008), segundo a classificação de Nomenclatura Combinada (NC), para os produtos seleccionados (Quadro

5.3), e para o período referido (2000 a 2006). No Quadro 5.3 apresentam-se os códigos de NC dos produtos utilizados para o cálculo dos fluxos de importação e exportação a vazio, assim como, as suas designações e unidades em que são disponibilizados.

Quadro 5.3 Códigos dos produtos utilizados da classificação NC, designação e unidades em que são disponibilizados

Código NC	Designação Produto	Unidades
4415 20 20	Paletes simples; taipais de paletes	kg
4415 20 90	"Paletes-caixas" e outros estrados para carga	kg
4415 10 10	Caixotes, caixas, engradados, barricas e embalagens semelhantes	kg
4416.00.00	Barris, cubas, balsas, dornas, selhas e outras obras de tanoeiro e respectivas partes, incluídas as aduelas	kg

Fonte: Eurostat (2008)

Ao contrário do que aconteceu com os dados da produção, no caso da importação e exportação das embalagens de madeira não foi necessário realizar quaisquer cálculos adicionais, uma vez que estes dados estão disponíveis em unidades de massa (Quadro 5.3).

Embalagens a cheio

Para os fluxos de importação e exportação de embalagens a cheio foi usada a metodologia seguida em EMBAR (2004) e que a seguir se indica:

- selecção da NC correspondente a produtos acondicionados em embalagens de madeira (Anexo I);
- quantificação dos produtos por NC seleccionada;
- cálculo das quantidades de embalagens a partir das quantidades de produto (Anexo I);
- determinação das importações e exportações de embalagens de madeira a cheio, por tipo de embalagem (paletes de tara retornável, paletes de tara perdida e outras embalagens).

Ao contrário do verificado em EMBAR (2004), neste trabalho não foi recolhida qualquer informação (questionários) relativamente às quantidades transportadas por palete ou caixa de madeira, tendo sido utilizados os valores determinados àquela data.

A ausência de actualização dos questionários realizados àquela data, pode introduzir algum erro, uma vez que não foi verificada a existência de alterações no mercado da embalagem de produtos. Prevê-se que este erro não seja tão significativo, para os produtos transportados em paletes, uma vez que não se verificaram grandes alterações de mercado neste domínio. Contudo, no que concerne às outras embalagens poderão verificar-se alterações, particularmente no aumento do acondicionamento de frutas e legumes em embalagens de outros materiais (como é o caso do cartão e do plástico). Trabalhos futuros deverão envolver os agentes do sector, nomeadamente, embaladores,

importadores e exportadores, de forma a apurar e verificar as reais alterações de mercado neste domínio.

Na importação e exportação, ainda segundo a metodologia utilizada em EMBAR (2004), em relação às paletes, assume-se que 80%, em massa, das paletes utilizadas são de tara retornável e os restantes 20% de tara perdida. As outras embalagens importadas e exportadas consideram-se todas de tara perdida.

Quantidade colocada no mercado

A quantidade de embalagens de madeira colocadas no mercado (Q) corresponde à entrada de embalagens no circuito nacional, seja por produção de embalagens novas (PROD), seja através da importação (IMP) de embalagens a vazio (IMP_{vazio}) e a cheio (IMP_{cheio}). Às quantidades de embalagens referidas devem ainda ser subtraídas as quantidades referentes à exportação (EXP), tanto a vazio (EXP_{vazio}) como a cheio (EXP_{cheio}). A equação 5.1 mostra a fórmula de cálculo utilizada, utilizando as parcelas já discriminadas.

$$Q = PROD + IMP_{vazio} + IMP_{cheio} - EXP_{vazio} - EXP_{cheio} \quad (5.1)$$

5.1.2 Determinação dos fluxos calculados

A determinação dos fluxos calculados será feita com base nos fluxos conhecidos e em pressupostos de trabalhos anteriores, que a seguir se referem.

Circulação

A equação 5.2 permite calcular a circulação (C), com base na quantidade colocada no mercado e na taxa de renovação de embalagens (TREN), que indica a fracção de embalagens, em relação ao total, que é colocada no mercado novamente no prazo de um ano.

$$C = \frac{Q}{TREN [\%]} \quad (5.2)$$

No Quadro 5.4 são apresentados os valores utilizados para a TREN, determinados com base na análise do mercado nacional e em estudos relacionados já publicados (EMBAR, 2004).

Quadro 5.4 Taxa de renovação de embalagens de madeira

Tipo de embalagem	TREN [%]	Fonte
Paletes tara retornável	12.5	CTBA (1998)
Paletes tara perdida	50	EMBAR (2004)
Outras embalagens	70	ADEME (2000)

Fonte: Adaptado de EMBAR (2004)

Os valores apresentados foram utilizados para os cálculos de todos os anos.

Reutilização e reparação

A determinação dos fluxos de reutilização e reparação teve por base um balanço mássico ao sistema, realizado por Costa *et al.* (2002), e considerando parâmetros para as fracções de cada tipo de embalagem que sofrem reparação e/ou reutilização durante o seu ciclo de vida. No Quadro 5.5 encontram-se os parâmetros obtidos em estudos já publicados ou, na ausência destes, na sensibilidade dos agentes do sector. Os valores apresentados foram utilizados para os cálculos de todos os anos.

Quadro 5.5 Parâmetros para cálculo de fluxos de reutilização e reparação

Parâmetro	Definição	Pressuposto	Fonte
Taxa de reparação por rotação (TRR)	Fracção de embalagens que necessitam de reparação após utilização	20% paletes de tara retornável	CTBA (1998)
Fracção de TRR reparada no circuito paralelo (TRRP)	Fracção de embalagens de tara retornável reparadas no circuito paralelo	25% destas são reparadas no circuito paralelo	Agentes do sector
N.º médio de rotações por ano (NR/A)	N.º médio de rotações por ano	3.5 paletes de tara perdida	CTBA (1998)
Taxa de perdas na reparação (TPR)	Fracção de perdas na reparação	12% paletes de tara retornável (foi assumido igual valor para paletes de tara perdida)	Reparadores
Taxa de reparação paralela (TRP)	Fracção de embalagens reparada no circuito paralelo	5% paletes de tara perdida	Agentes do sector
Taxa de reutilização paralela (TREP)	Fracção de embalagens de tara perdida que são reutilizadas no circuito paralelo	30% outras embalagens	ADEME (2000)

Fonte: Adaptado de EMBAR (2004)

Em CTBA (1998) é referido que, por rotação, 20% das paletes de tara retornável necessitam de reparação, e ainda que cada paleta de tara retornável faz, em média, 3.5 rotações por ano. Assume-se que a realidade em Portugal é idêntica à referida e, como tal, desta forma pode calcular-se a quantidade total de paletes de tara retornável reparada por ano. Deste número pode calcular-se que uma fracção estimada em 25% do total é reparada no circuito paralelo. Quanto às perdas verificadas na reparação de paletes, utiliza-se a estimativa fornecida pelos reparadores, com uma percentagem de 12% de perdas na reparação, não só para as paletes de tara retornável mas também para as paletes de tara perdida.

Para as paletes de tara perdida, apesar de se destinarem a apenas uma utilização, é possível verificar a reparação das mesmas no circuito paralelo, sendo estimado que 5% do total destas paletes são reparadas. As outras embalagens, apesar de serem de tara perdida, 30% do total são reutilizadas no circuito paralelo (ADEME, 2000).

Seguidamente apresenta-se a forma de cálculo utilizada para cada um dos circuitos de reutilização e reparação, por tipo de embalagem, em que:

- C – circulação
- TRR - taxa de reparação por rotação
- NRA - n.º médio de rotações por ano
- TRRP - fracção de TRR reparada no circuito paralelo
- TPR - taxa de perdas na reparação
- TREN - taxa de renovação de embalagens
- TRP - taxa de reparação paralela
- TREP - taxa de reutilização paralela

Paletes de tara retornável

Para as paletes de tara retornável, consideraram-se existir os seguintes circuitos.

Reparação no circuito Oficial e Paralelo, RCOP (equação 5.3)

$$RCOP = C \times TRR \times (NRA) \quad (5.3)$$

Reparação no Circuito Paralelo, RCP (equação 5.4)

$$RCP = \text{Reparação Total (circuito oficial e paralelo)} \times TRRP \quad (5.4)$$

Reparação no Circuito Oficial, RCO (equação 5.5)

$$RCO = \text{Reparação Total (circuito oficial e paralelo)} - RCP \quad (5.5)$$

Reutilização após reparação no circuito paralelo, RARCP (equação 5.6)

$$RARCP = RCP - RCP \times TPR \quad (5.6)$$

Reutilização após reparação no circuito oficial, RARCO (equação 5.7)

$$RARCO = RCO - RCO \times TPR \quad (5.7)$$

Perdas na Reparação, PR (equação 5.8)

$$PR = (RCP - RARCP) + (RCO - RARCO) \quad (5.8)$$

Reutilização sem reparação no circuito paralelo

Considera-se que não existe reutilização de paletes de tara retornável no circuito paralelo, sem que seja necessário proceder a qualquer tipo de reparação.

Reutilização sem reparação, RSR (equação 5.9)

$$RSR = C \times (1 - TREN) - \text{Reparação Total (circuito oficial e paralelo)} + PR \quad (5.9)$$

Paletes de tara perdida

Para as paletes de tara perdida, considera-se existirem os seguintes circuitos.

Reparação no circuito paralelo, RCP (equação 5.10)

Como se trata de embalagens de tara perdida considera-se que não há qualquer tipo de reparação destas no circuito oficial.

$$RCP = \text{Circulação} \times TRP \quad (5.10)$$

Reutilização após reparação no circuito paralelo, RARCP

O valor da TPR considera-se igual tanto para as embalagens de tara perdida como para as embalagens de tara retornável (equação 5.6).

Perdas na Reparação, PR (Equação 5.11)

Apenas se considera existir reparação no circuito paralelo.

$$PR = RCP - RARCP \quad (5.11)$$

Reutilização sem reparação no circuito paralelo, RSRCP (equação 5.12)

$$RSRCP = C \times (1 - TREN) - RCP + PR \quad (5.12)$$

Outras embalagens

Para a categoria outras embalagens não se considera existir qualquer tipo de reparação e como tal, para estas será calculada apenas a reutilização.

Reutilização sem reparação no circuito paralelo, RSRCP (equação 5.13)

$$RSRCP = C \times (1 - TREP) \quad (5.13)$$

5.2 Taxas de reciclagem

O cálculo da taxa de reciclagem terá por base o método descrito na norma EN 13440:2003, *Packaging – Rate of recycling – definition and method of calculation*. Nesta norma, a taxa de reciclagem é calculada através do quociente entre a quantidade de resíduos de embalagens de madeira reciclada e a quantidade de embalagens de madeira colocada no mercado, subtraída das perdas do sistema (equação 5.14).

$$\text{Taxa de reciclagem} = \frac{RREC}{Q - \text{perdas}} \quad (5.14)$$

Na equação 5.14, a RREC é a quantidade de resíduos de embalagens de madeira retomada para reciclagem e Q é a quantidade colocada no mercado, que deve contabilizar todas as embalagens usadas pela primeira vez, ou seja, embalagens de tara perdida e de tara retornável.

A taxa não corrigida de reciclagem é calculada através da equação 5.15. Esta taxa não considera as perdas do sistema, pois de momento estas não são possíveis de determinar e assume-se que o seu valor é zero.

$$\text{Taxa não corrigida de reciclagem} = \frac{\text{RREC}}{Q} \quad (5.15)$$

À semelhança do efectuado no estudo realizado em EMBAR (2004), são igualmente calculadas outras taxas de reciclagem cujos métodos de cálculo a seguir se descrevem.

A equação 5.16 é utilizada para calcular a taxa não corrigida de reciclagem apenas para as embalagens de tara perdida. Para o cálculo desta, são contabilizadas apenas as quantidades de embalagens de tara perdida colocadas no mercado, para permitir a comparação com a taxa de retoma, calculada de forma semelhante no contexto do SIGRE.

$$\text{Taxa não corrigida de reciclagem (tara perdida)} = \frac{\text{RREC}}{Q \text{ (tara perdida)}} \quad (5.16)$$

A taxa de retoma calculada no âmbito do SIGRE segue a equação 5.17. Os valores do cálculo desta taxa já foram apresentados no capítulo 3.2.3 (Quadro 3.22).

$$\text{Quantidades retomadas SIGRE} = \frac{\text{Quantidades retomadas SIGRE}}{\text{Quantidades declaradas SIGRE}} \quad (5.17)$$

Caso todos os resíduos de madeira actualmente reciclados sejam provenientes de embalagens, o cálculo da taxa equivalente de reciclagem segue a equação 5.18.

$$\text{Taxa equivalente de reciclagem} = \frac{\text{RREC} + \text{retomas outros resíduos madeira}}{Q} \quad (5.18)$$

6 Resultados e discussão

6.1 Embalagens de madeira nos RSU e RI

Com base na metodologia descrita em 5.1, seguidamente apresentam-se os resultados obtidos. No Anexo II encontram-se os quadros com o resumo dos resultados que aqui se apresentam apenas sob a forma gráfica.

6.1.1 Fluxos conhecidos

Para cálculo da quantidade de embalagens de madeira colocadas no mercado, Q , em cada ano, é necessário calcular individualmente cada um dos parâmetros da equação 5.1: produção, importação (vazio e cheio) e exportação (vazio e cheio). Seguidamente apresentam-se os resultados obtidos com base na metodologia referida em 5.1.1.

Produção

Para o cálculo da evolução das estimativas da produção de embalagens de madeira utilizaram-se, tal como já referidos, os dados obtidos em Eurostat (2008). A produção de embalagens de madeira com o código PRODCOM 20401135, "Paletes-caixas" e outros estrados para carga de madeira, para o ano 2006, tem um valor muito elevado e o que representaria um crescimento de 257% entre os anos 2005 e 2006. Assim sendo, este valor é excluído por se considerar incorrecto e substituído por um valor calculado base numa linha de tendência para a produção, a partir do intervalo de dados entre 2000 e 2005, segundo a equação da Figura 6.1.

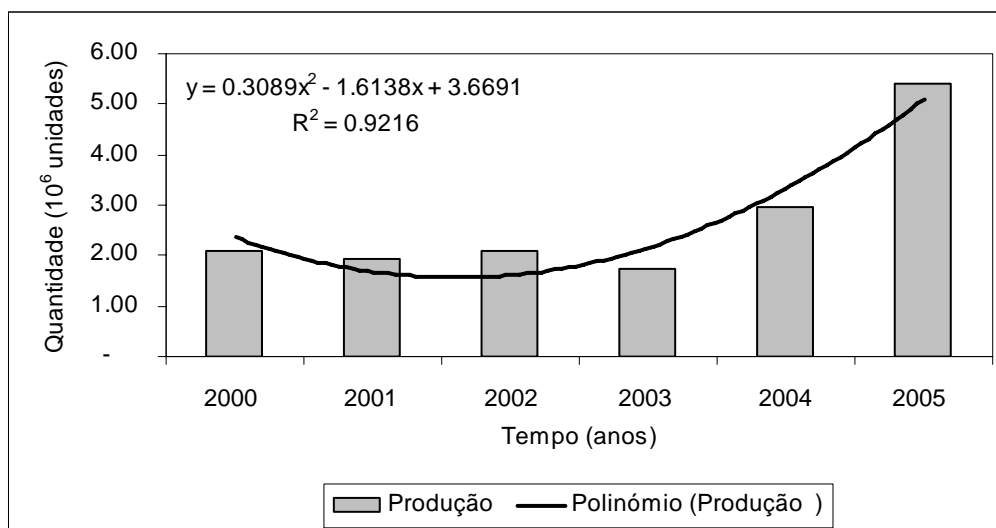


Figura 6.1 Linha de tendência para a evolução da produção de embalagens de madeira com o código PRODCOM 20401135

A linha de tendência ajustada aos pontos existentes (Figura 6.1) permite calcular um valor estimado de produção destas embalagens, em 2006, de 7 508 600 unidades,

menos de metade das 19 265 851 de unidades disponibilizadas em Eurostat (2008) para 2006. A partir deste ponto e para todos os cálculos e resultados subsequentes, apenas se usará o valor de produção corrigido para o ano de 2006. A evolução das estimativas de produção de embalagens de madeira está representada na Figura 6.2.

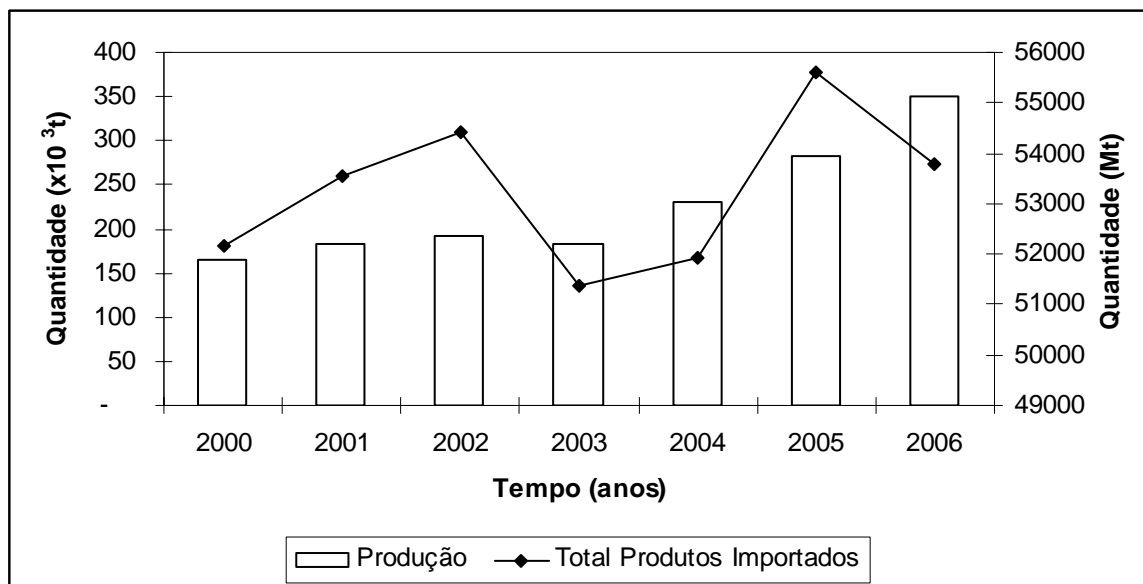


Figura 6.2 Evolução da quantidade total de embalagens de madeira produzidas

Existe uma tendência global de crescimento para a produção de embalagens de madeira, entre 2000 e 2006 (Figura 6.2), tendo-se verificado apenas uma diminuição pontual na quantidade de embalagens produzidas em 2003 que poderá estar relacionada com o valor mínimo das importações verificado nesse ano (linha na Figura 6.2).

Na Figura 6.3 apresenta-se a evolução das quantidades produzidas por tipo de embalagem: paletes de tara retornável, paletes de tara perdida e outras embalagens.

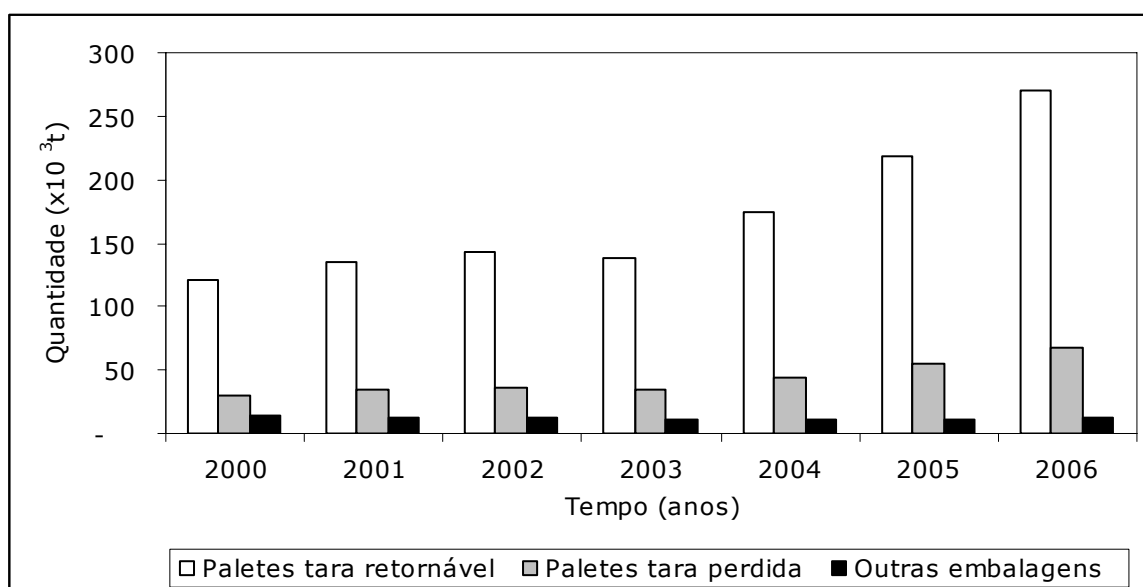


Figura 6.3 Evolução da quantidade de embalagens de madeira produzidas, por tipo de embalagem

A produção de paletes de madeira, de tara retornável e tara perdida, acompanhou a tendência verificada para as quantidades totais de embalagens verificada na Figura 6.2. Contudo, no caso específico das outras embalagens, verificou-se um comportamento diferente (Figura 6.4).

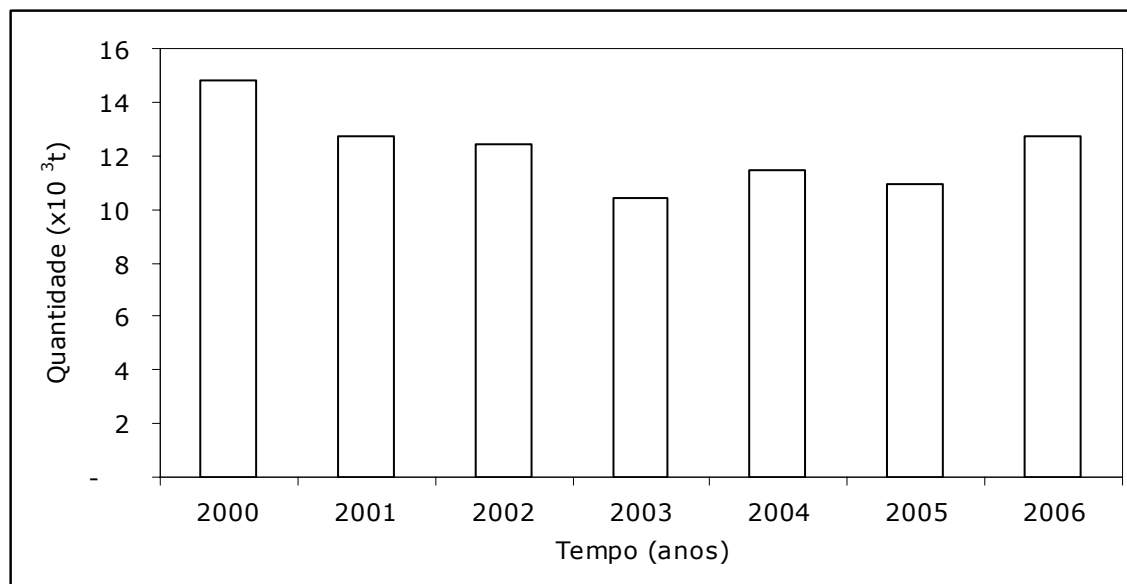


Figura 6.4 Evolução da quantidade de “outras embalagens” de madeira produzidas

Para as outras embalagens observa-se, igualmente, um mínimo de produção no ano 2003. No entanto, para estas embalagens é possível verificar uma tendência global decrescente da sua produção, pois, apesar de existirem algumas oscilações de ano para ano, as quantidades produzidas em 2006 são 14% inferiores às produzidas em 2000. Uma possível explicação para esta situação poderá ser a crescente substituição das embalagens de madeira, nomeadamente no acondicionamento de frutas e legumes, por embalagens noutros materiais, como é o caso do cartão e do plástico.

Importação e exportação

Nas figuras seguintes (Figura 6.5 a Figura 6.12) são apresentados os resultados obtidos para as quantidades importadas e exportadas de embalagens de madeira, a vazio e a cheio, entre os anos 2000 e 2006.

Embalagens a vazio

Na Figura 6.5 apresentam-se as quantidades totais exportadas e importadas de embalagens de madeira, a vazio, entre os anos 2000 e 2006.

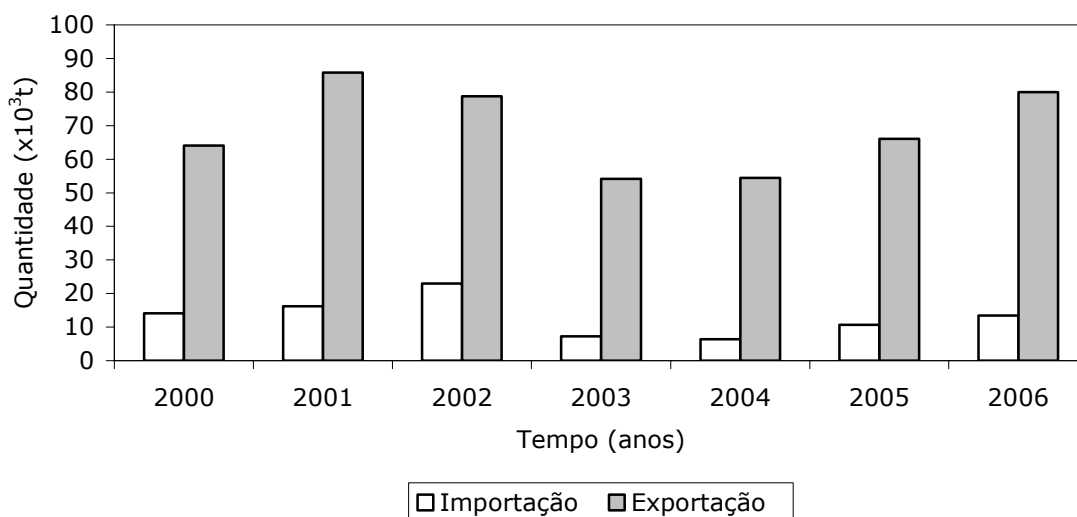


Figura 6.5 Evolução das quantidades importadas e exportadas de embalagens de madeira, a vazio

Da análise da Figura 6.5 é evidente o predomínio do fluxo de exportação de embalagens a vazio, relativamente à importação das mesmas sendo possível verificar que as quantidades exportadas foram, ao longo dos anos, entre 3 e 8 vezes superiores às quantidades importadas, tendo-se atingido a maior diferença no ano 2004 em que as importações foram 8.5 vezes inferiores às exportações.

Analisando ambos os fluxos individualmente, no fluxo da importação observa-se uma tendência de crescimento entre 2000 e 2002 a que se seguiu uma diminuição acentuada de quase 70%, de 2003 para 2005. No ano 2004 atingiu-se um valor mínimo, após o qual voltou a verificar-se uma tendência de crescimento. Contudo, as quantidades importadas em 2006 continuavam a ser 5% inferiores às do ano 2000, verificando-se uma tendência global de decréscimo neste mercado.

Quanto ao fluxo da exportação, é possível verificar alguma flutuação neste mercado (Figura 6.5), tendo-se atingido um máximo em 2001 o qual não voltou a ser ultrapassado desde essa data. Entre 2001 e 2003 assistiu-se a uma diminuição das quantidades exportadas atingindo-se um mínimo em 2003, ano a partir do qual as quantidades exportadas voltaram a crescer, mantendo essa tendência crescente até 2006.

Na Figura 6.6 apresentam-se os resultados obtidos para a importação a vazio, por tipo de embalagem.

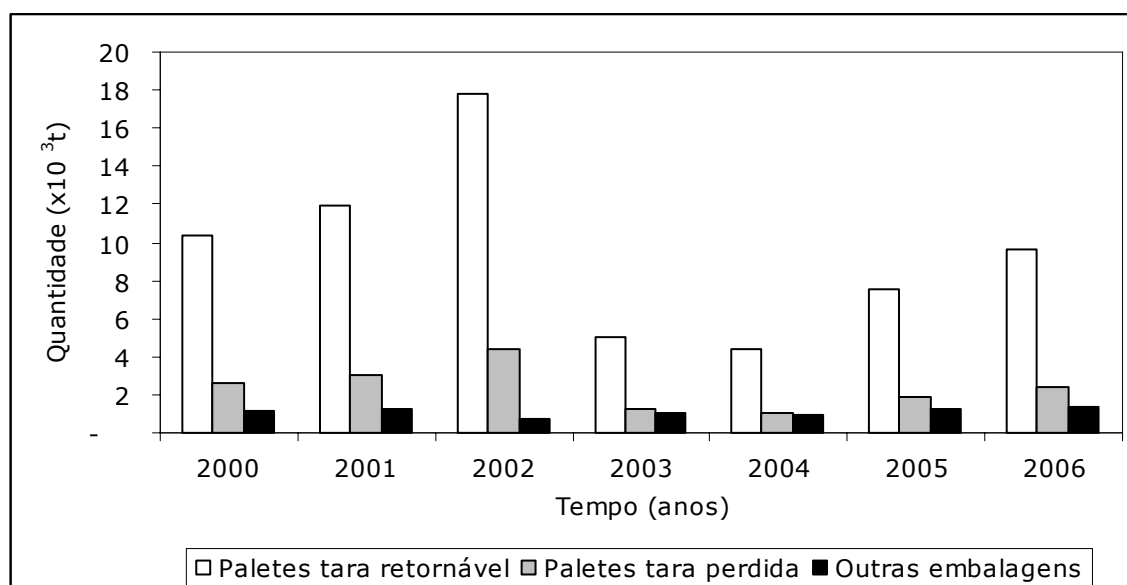


Figura 6.6 Evolução da importação a vazio por tipo de embalagem

À semelhança do verificado para a totalidade das embalagens importadas a vazio, verifica-se uma tendência global de decréscimo para todos os tipos de embalagem (Figura 6.6), de 7% para as paletes, de tara retornável e tara perdida. Esta tendência é mais acentuada para as outras embalagens, com uma diminuição de 24% das quantidades importadas em 2006 relativamente às importadas em 2000.

Na Figura 6.7 apresentam-se os resultados obtidos para a exportação a vazio, por tipo de embalagem.

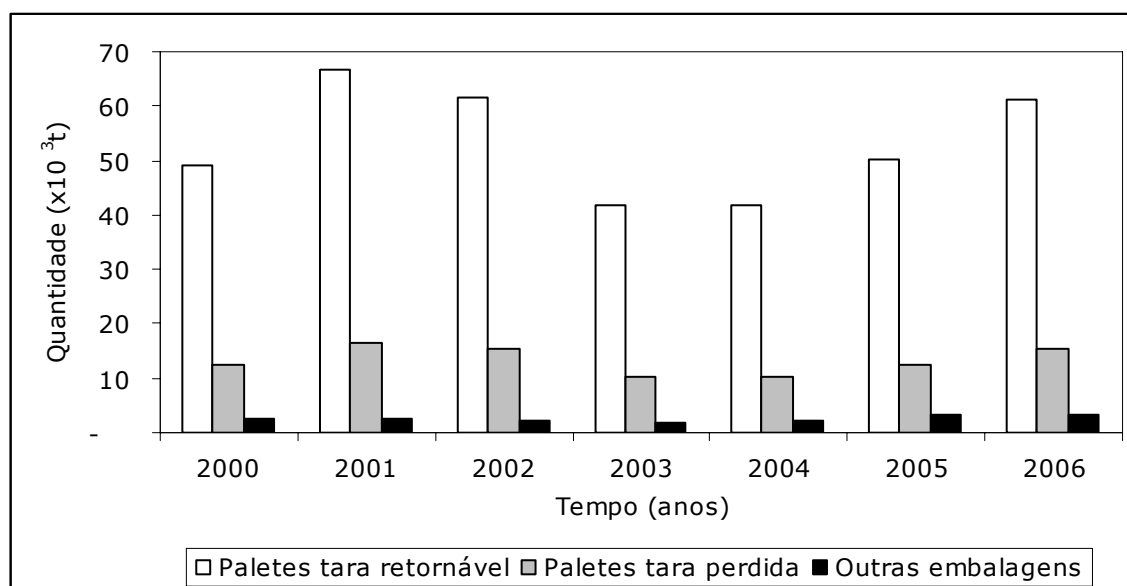


Figura 6.7 Evolução da exportação a vazio por tipo de embalagem

As quantidades de embalagens exportadas a vazio (Figura 6.7), em 2006, sofreram um aumento de 25% para as paletes e de 34% para as outras embalagens relativamente à sua exportação, no ano 2000. Mas é possível verificar que tiveram lugar algumas

oscilações nos últimos anos, tendo-se atingido um valor máximo em 2001, já referido anteriormente.

Embalagens a cheio

Os resultados obtidos, para as quantidades importadas e exportadas de embalagens de madeira a cheio são apresentados nas figuras seguintes. Na Figura 6.8 encontram-se representadas as quantidades de embalagens de madeira calculadas para a importação e exportação a cheio.

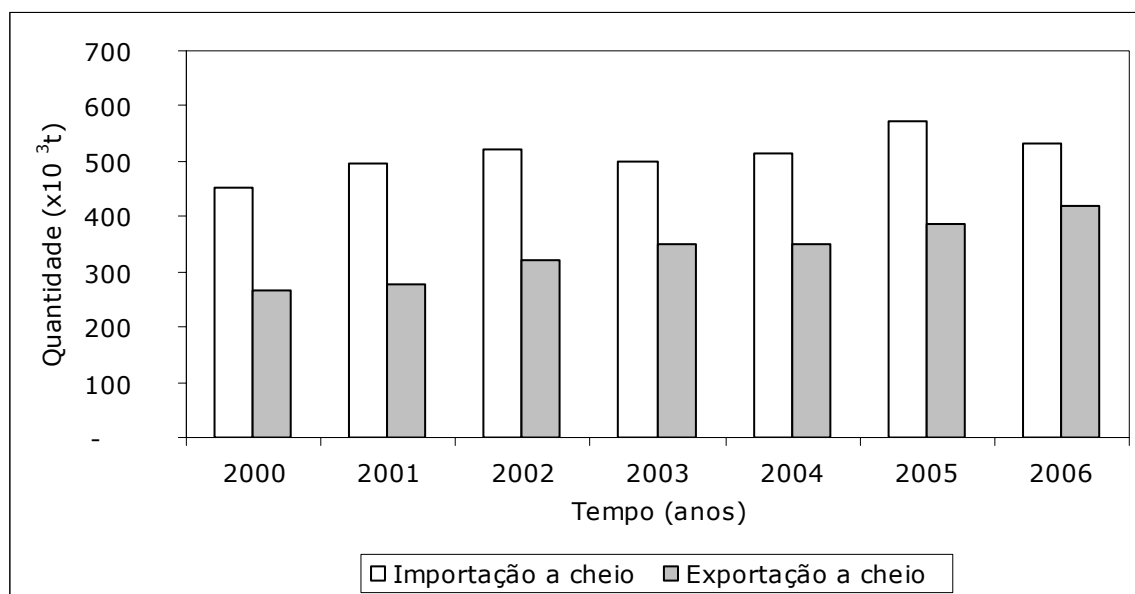


Figura 6.8 Evolução da importação e exportação de embalagens de madeira a cheio

Da análise da Figura 6.8 pode observar-se uma tendência crescente para ambos os fluxos, importação e exportação a cheio. As quantidades importadas a cheio são sempre superiores às exportadas, verificando-se, contudo, a diminuição da distância entre ambos os fluxos ao longo do tempo. O ano de 2006 é aquele que apresenta uma menor diferença entre os dois fluxos, cerca de 139 mil toneladas de embalagens de madeira (a importação era 34% superior à exportação), que contrastam com a diferença máxima verificada de 242 mil toneladas em 2001 (a importação era 81% superior às exportação). Nas figuras Figura 6.9 e Figura 6.10, são apresentados os resultados para as quantidades importadas e exportadas em paletes, discriminados pelas três categorias de produtos utilizadas nos cálculos (Anexo I).

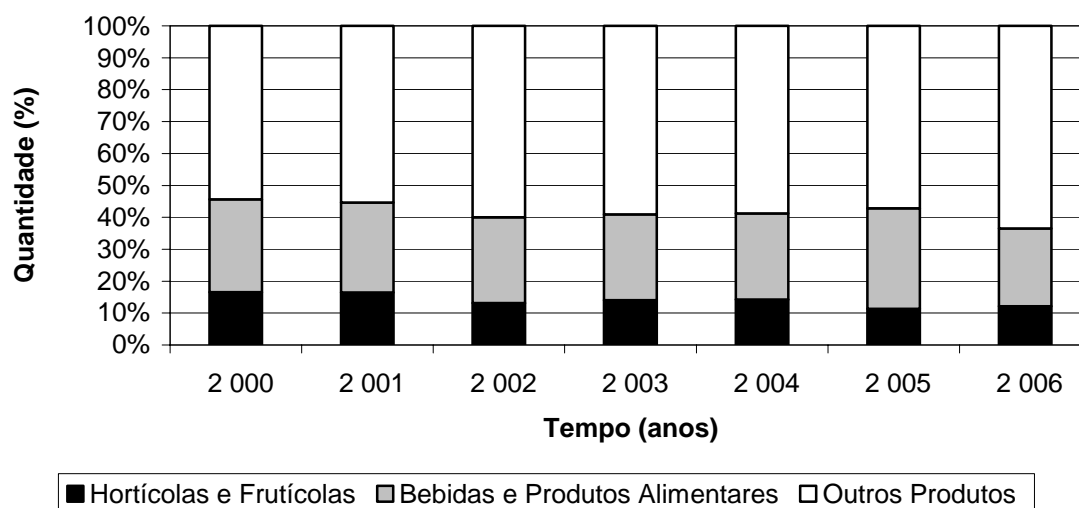


Figura 6.9 Evolução da contribuição das várias categorias de produtos para o cálculo da quantidade total de paletes de madeira importadas a cheio

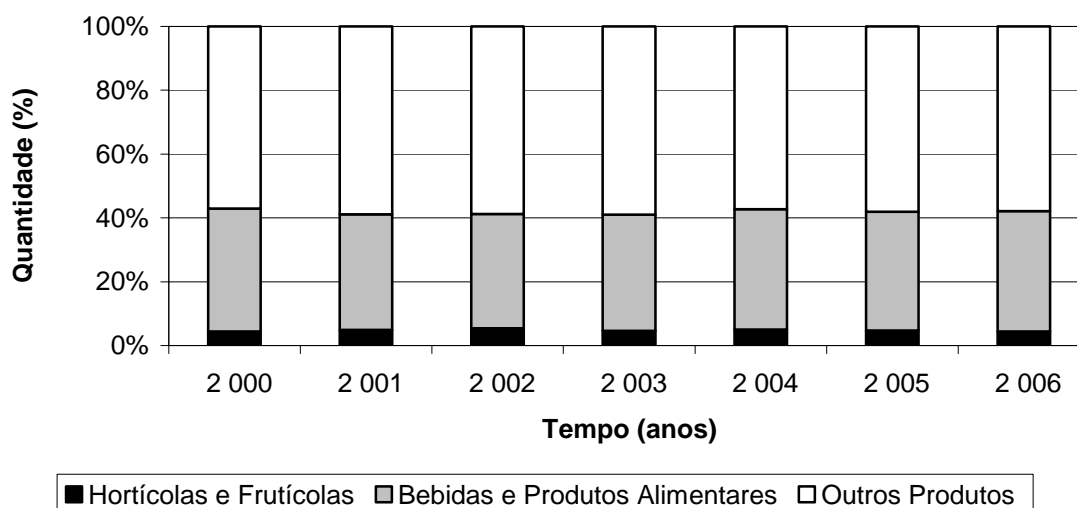


Figura 6.10 Evolução da contribuição das várias categorias de produtos para o cálculo da quantidade total de paletes de madeira exportadas a cheio

Tanto na importação (Figura 6.9) como na exportação (Figura 6.10) de paletes a cheio, a categoria que mais contribui para o cálculo das quantidades totais é "outros produtos", o que levanta alguma preocupação uma vez que esta categoria é a que tem uma maior margem de erro associada, obtida pelo método de cálculo utilizado (Anexo I). O peso desta categoria nos resultados encontrados para estes fluxos a cheio alerta para a necessidade de estudar e conhecer melhor o mercado de importação e exportação de produtos em embalagens de madeira, em particular para os produtos transportados em paletes, uma vez que as categorias de produtos "hortícolas e frutícolas" e "bebidas e produtos alimentares" já são calculadas com mais detalhe (Anexo I).

A importação a cheio por tipo de embalagem é apresentada na Figura 6.11, sendo possível observar uma tendência global de crescimento, apesar de algumas flutuações que acompanharam as flutuações verificadas para as quantidades totais de produtos

importados (linha na Figura 6.11), tais como os decréscimos observados nos anos 2003 e 2006.

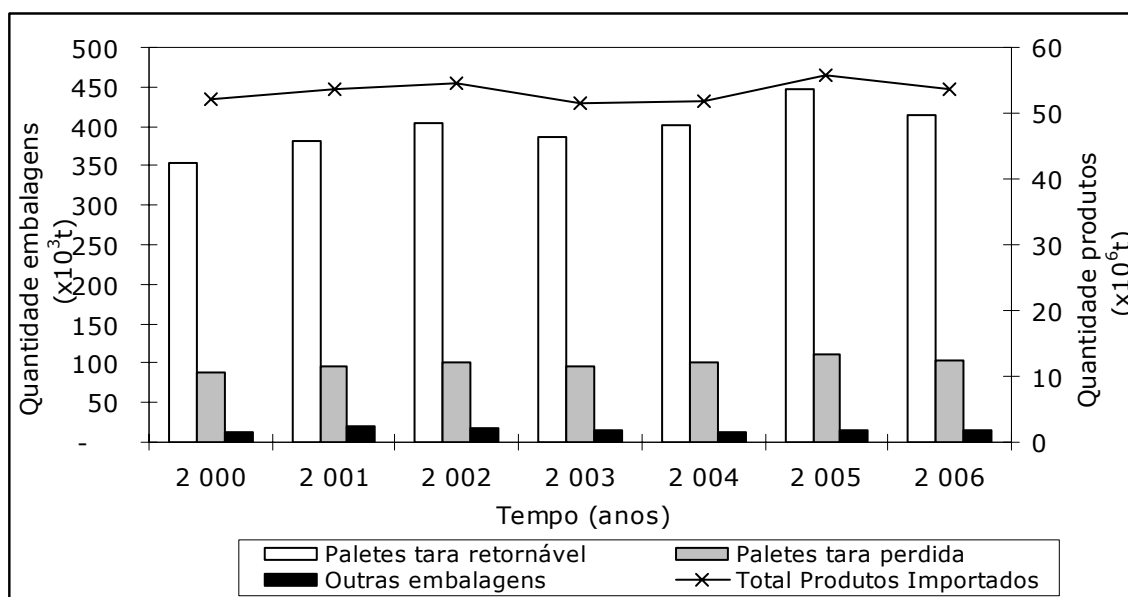


Figura 6.11 Evolução das quantidades de embalagens de madeira importadas a cheio, por tipo de embalagem, e da totalidade dos produtos importados

Na Figura 6.12 apresenta-se a evolução das quantidades de embalagens de madeira exportadas a cheio, por tipo de embalagem. Da observação da figura é possível verificar uma evidente tendência de crescimento para todos os tipos de embalagens, a par do crescimento verificado para as quantidades totais de produtos importados (linha na Figura 6.12).

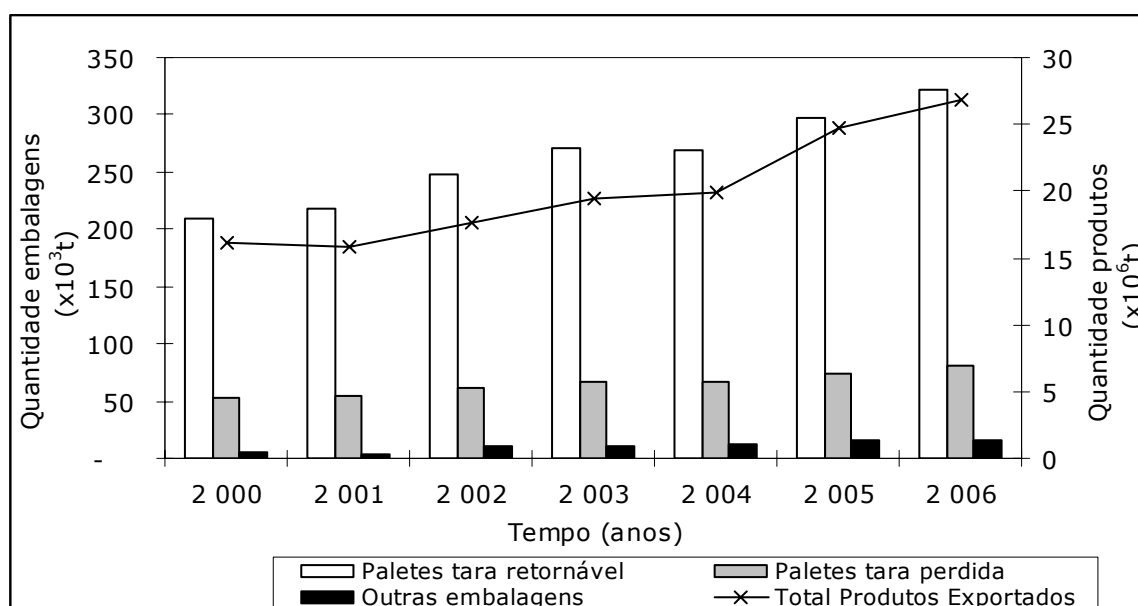


Figura 6.12 Evolução das quantidades de embalagens de madeira exportadas a cheio, por tipo de embalagem, e da totalidade dos produtos exportados

Quantidade colocada no Mercado

O Quadro 6.1 mostra os resultados obtidos para as quantidades de embalagens de madeira colocadas no mercado entre o ano 2000 e 2006, assim como as várias parcelas que contribuíram para o cálculo dos fluxos de entradas e saídas de embalagens de madeira no mercado nacional.

Quadro 6.1 Evolução da quantidade de embalagens de madeira colocadas no mercado e respectivos fluxos

Fluxo/Ano		Quantidade [t]						
		2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006
Produção		165 467	182 442	192 006	182 398	230 190	283 348	350 355
Importação	vazio	14 084	16 185	22 941	7 221	6 428	10 642	13 409
	cheio	453 510	496 020	520 656	498 091	514 856	571 769	532 071
Exportação	vazio	64 079	85 827	78 789	54 138	54 439	66 065	80 028
	cheio	267 078	276 892	320 809	349 292	349 651	386 567	418 108
Quantidade colocada no mercado		301 904	331 928	336 006	284 281	347 384	413 128	397 699

A quantidade de embalagens de madeira colocadas no mercado revela uma tendência global de crescimento ao longo dos anos (Quadro 6.1), tendo-se verificado duas descidas pontuais, nos anos de 2003 e 2006, que podem estar relacionadas com a diminuição da quantidade total de produtos importados. À excepção da parcela importação a vazio que apresenta um decréscimo entre 2000 e 2006, todas as restantes parcelas mostram um crescimento positivo.

Para uma melhor compreensão da contribuição individual de cada um dos fluxos de entrada e saída para o valor final, Q , procede-se à sua análise nas figuras que se seguem.

Na Figura 6.13 pode ver-se a evolução da contribuição das parcelas produção, importação a vazio e importação a cheio, para o fluxo de entradas no mercado nacional (equação 5.1).

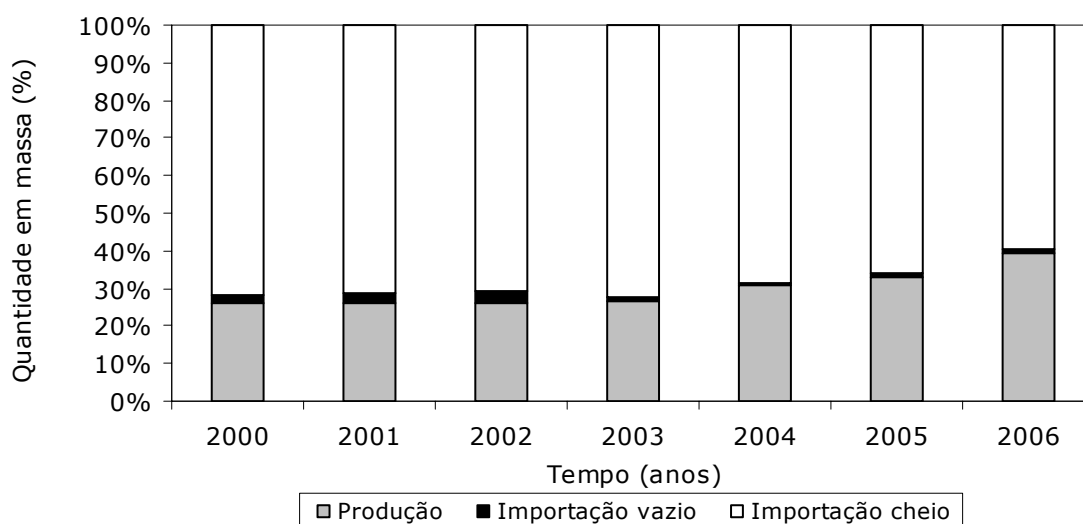


Figura 6.13 Evolução da contribuição das parcelas produção, importação a vazio e importação a cheio, no fluxo de entradas no sistema

Da análise da Figura 6.13 conclui-se que a parcela que mais contribui, em termos de quantidades em massa, para o fluxo de entradas no sistema é a importação a cheio. Conforme já referido em parágrafos anteriores, os cálculos desta parcela carecem de uma análise cuidada e de uma eventual revisão e/ou clarificação no futuro, uma vez que existem algumas dúvidas sobre quais os dados de origem a utilizar (os dados actualmente utilizados são descritos no Anexo I). É igualmente possível observar um aumento da contribuição da produção de embalagens para este fluxo, passando de 26% em 2000, para 39% em 2006 (Figura 6.13).

A Figura 6.14 apresenta a contribuição das parcelas exportação a vazio e exportação a cheio para o fluxo de saída de embalagens de madeira do mercado nacional.

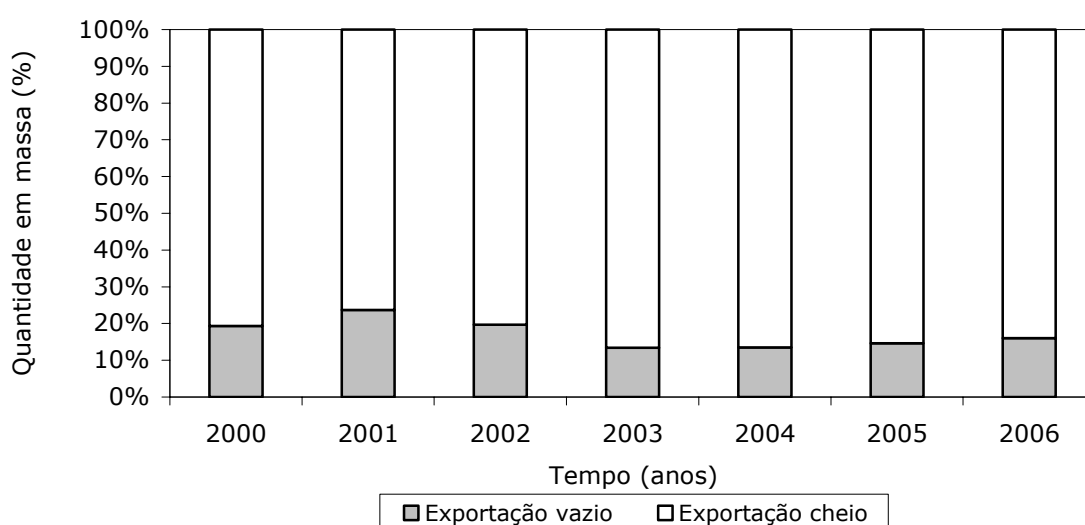


Figura 6.14 Evolução da contribuição das parcelas exportação a vazio e exportação a cheio, no fluxo de saídas do sistema

À semelhança do verificado para o fluxo de entradas no sistema, é a parcela de exportação a cheio a que mais contribui para o fluxo de saídas (Figura 6.14), e conforme já explicitado, também a forma de cálculo desta parcela carece de uma revisão no futuro.

Para análise da contribuição de cada tipo de embalagem na quantidade de embalagens de madeira colocadas no mercado, apresenta-se a Figura 6.15.

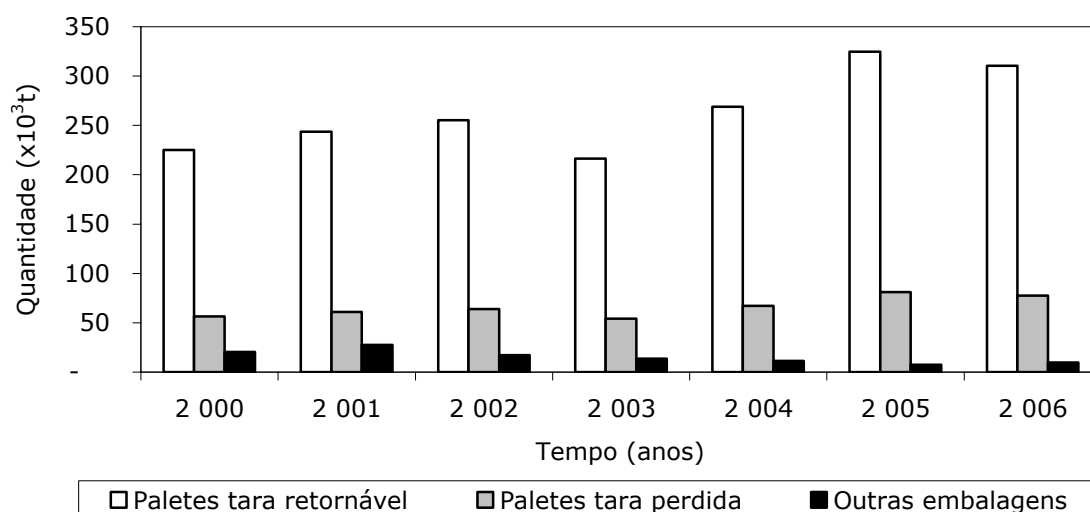


Figura 6.15 Evolução das quantidades colocadas no mercado por tipo de embalagem

É possível observar a elevada contribuição das paletes de tara retornável (Figura 6.15), relativamente aos outros tipos de embalagens, para a quantidade de embalagens colocadas no mercado que, apesar de algumas oscilações, tem uma tendência crescente ao longo dos anos.

A diminuição verificada no ano de 2003 poderá estar relacionada, conforme já referido anteriormente, com a diminuição das quantidades totais de produtos importados nesse ano (Figura 6.2 e Figura 6.11).

No que diz respeito às outras embalagens, observa-se uma tendência decrescente (Figura 6.15), de acordo com a já verificada na produção destas embalagens (Figura 6.4).

6.1.2 Fluxos calculados

Seguidamente apresentam-se os resultados obtidos para os fluxos calculados: circulação e reutilização e reparação.

Circulação

A circulação é calculada com base na equação 5.2, e os resultados obtidos são os apresentados no Quadro 6.2.

Quadro 6.2 Evolução das quantidades de embalagem em Circulação, por tipo de embalagem

Tipo de embalagem	Quantidade [t]						
	2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006
Paletes tara retornável	1 801 139	1 948 196	2 041 000	1 731 831	2 151 355	2 597 021	2 482 811
Paletes tara perdida	112 571	121 762	127 562	108 239	134 460	162 314	155 176
Outras embalagens	29 251	39 318	24 428	19 546	16 050	10 490	13 943
Total	1 942 961	2 109 276	2 192 990	1 859 616	2 301 865	2 769 825	2 651 930

A circulação é calculada com base na quantidade colocada no mercado (equação 5.1) e como tal, apresenta igualmente uma tendência global de crescimento positivo entre 2000 e 2006. Contudo, à semelhança do já explanado para as quantidades colocadas no mercado, os decréscimos verificados estarão relacionados com os fluxos de importação.

O comportamento por tipo de embalagem é por isso, também muito semelhante ao já identificado para as embalagens colocadas no mercado (Figura 6.15), isto é, uma tendência de crescimento para as paletes, de tara retornável e tara perdida, e de decréscimo para as outras embalagens. Em termos percentuais, o maior volume de circulação deve-se às paletes de madeira, que representam aproximadamente 99% do total.

Reutilização e reparação

Os resultados dos fluxos reutilização e reparação são apresentados no Quadro 6.3 para a totalidade de embalagens no sistema.

Quadro 6.3 Circuitos de reutilização e reparação para as embalagens de madeira

		Quantidade [t]						
		2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006
Reutilização	sem reparação	466 495	504 583	528 619	448 544	557 201	672 628	643 048
	sem reparação no circuito paralelo	71 808	83 046	75 268	63 039	72 549	81 358	80 520
	após reparação no circuito oficial	832 126	900 067	942 942	800 106	993 926	1 199 824	1 147 059
	após reparação no circuito paralelo	282 328	305 380	319 927	271 465	337 225	407 083	389 181
Reparação	no circuito oficial e paralelo	1 266 426	1 369 826	1 435 078	1 217 694	1 512 672	1 826 030	1 745 727
	no circuito paralelo	320 828	347 022	363 553	308 482	383 210	462 594	442 251
	no circuito oficial	945 598	1 022 803	1 071 525	909 211	1 129 461	1 363 436	1 303 476
Perdas na reparação		151 971	164 379	172 209	146 123	181 521	219 124	209 487

No circuito de reutilização a fracção mais significativa verifica-se após reparação no circuito oficial que é igualmente a forma de reparação mais representativa para a totalidade de embalagens no sistema. As diferenças verificadas entre as quantidades reparadas e as quantidades efectivamente reutilizadas revelam as perdas na reparação que são bastante significativas se comparadas com a quantidade de embalagens reutilizadas sem reparação, verificada no circuito paralelo que representa cerca de metade do valor das perdas.

Os quadros 6.4, 6.5 e 6.6 apresentam os resultados obtidos para os fluxos reutilização e reparação por tipo de embalagem.

Quadro 6.4 Circuitos de reutilização e reparação para as paletes de tara retornável

		Quantidade [t]						
		2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006
Reutilização	sem reparação	466 495	504 583	528 619	448 544	557 201	672 628	643 048
	após reparação no circuito oficial	832 126	900 067	942 942	800 106	993 926	1 199 824	1 147 059
	após reparação no circuito paralelo	277 375	300 022	314 314	266 702	331 309	399 941	382 353
Reparação	no circuito oficial e paralelo	1 260 797	1 363 738	1 428 700	1 212 282	1 505 949	1 817 915	1 737 968
	no circuito paralelo	315 199	340 934	357 175	303 070	376 487	454 479	434 492
	no circuito oficial	945 598	1 022 803	1 071 525	909 211	1 129 461	1 363 436	1 303 476
Perdas na reparação		151 296	163 649	171 444	145 474	180 714	218 150	208 556

Nos circuitos de reutilização e reparação das paletes de tara retornável (Quadro 6.4), não existe reutilização no circuito paralelo sem que seja necessário proceder a reparações. A maioria das paletes reutilizadas, cerca de 70%, sofrem reparação e a forma de reutilização mais comum nestas embalagens verifica-se após a reparação no circuito oficial. Para as paletes de tara retornável a reparação é mais significativa no circuito oficial e verifica-se para 75% das embalagens reutilizadas.

Quadro 6.5 Circuitos de reutilização e reparação para as paletes de tara perdida

		Quantidade [t]						
		2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006
Reutilização	sem reparação no circuito paralelo	51 332	55 524	58 168	49 357	61 314	74 015	70 760
	após reparação no circuito paralelo	4 953	5 358	5 613	4 763	5 916	7 142	6 828
Reparação no circuito paralelo		5 629	6 088	6 378	5 412	6 723	8 116	7 759
Perdas na reparação		675	731	765	649	807	974	931

As paletes de tara perdida são apenas reparadas no circuito paralelo (Quadro 6.5). Para estas embalagens, a fracção mais significativa de reutilização existe sem necessidade de reparação e este tipo de reutilização é cerca de 10 vezes superior à verificada após reparação no circuito paralelo.

Quadro 6.6 Circuitos de reutilização e reparação para as outras embalagens

	Quantidade [t]						
	2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006
Reutilização sem reparação no circuito paralelo	20 476	27 522	17 100	13 682	11 235	7 343	9 760

Como se considerou não existir recuperação para as outras embalagens e sendo estas de tara perdida, só se calcularam as quantidades reutilizadas sem reparação no circuito paralelo. O decréscimo na reutilização, ao longo dos anos, está relacionado com a diminuição da colocação no mercado deste tipo de embalagens (Figura 6.15).

6.2 Taxas de reciclagem

Este ponto consta dos resultados obtidos com base na metodologia descrita em 5.2.

O Quadro 6.7 apresenta os resultados obtidos para a taxa não corrigida de reciclagem, calculada de acordo com a equação 5.15.

Quadro 6.7 Taxa não corrigida de reciclagem em 2004 e 2005

Ano	2004	2005
Taxa não corrigida de reciclagem [%]	14	13

Para o cálculo desta taxa entrou a totalidade de embalagens, de tara retornável e tara perdida, colocadas no mercado (Quadro 6.1). Estes valores diferem ligeiramente dos apresentados no capítulo 3.2.3 (Quadro 3.22), uma vez que as quantidades utilizadas para o cálculo também são outras. Nos presentes resultados, consideram-se os mesmos valores para as quantidades recicladas no numerador da equação 5.15, contudo, o denominador é diferente pois estas quantidades colocadas no mercado actualizadas tiveram um decréscimo em 2004 e um aumento em 2005 (Quadro 6.1).

O cálculo da taxa de reciclagem, considerando apenas a colocação no mercado de embalagens de tara perdida, à semelhança do que acontece no SIGRE, teve por base a equação 5.16 (Quadro 6.8).

Quadro 6.8 Taxa não corrigida de reciclagem para as embalagens de tara perdida em 2004 e 2005

Ano	2004	2005
Taxa não corrigida de reciclagem (tara perdida) [%]	60	60

Estas taxas (Quadro 6.8) são muito superiores às determinadas para a totalidade do mercado das embalagens de madeira, pois as embalagens de tara perdida representam apenas cerca de 20% da totalidade de embalagens colocadas no mercado anualmente.

A utilização da equação 5.18 para o cálculo da taxa equivalente dá origem aos resultados apresentados no Quadro 6.9.

Quadro 6.9 Evolução da taxa equivalente de reciclagem

Anos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Taxa equivalente de reciclagem [%]	33	39	38	54	44	56	62

Esta taxa é aqui mostrada apenas a título meramente informativo, uma vez que se sabe, pelo conhecimento da realidade e informação disponibilizada pelos agentes do sector, que do total reciclado actualmente em Portugal, para além da madeira recuperável sob a forma de resíduos de embalagens de madeira, existem quantidades significativas de RCD bem como dos chamados subprodutos.

7 Conclusões e desenvolvimentos futuros

Em primeiro lugar e para responder à necessidade de clarificar o conceito que se pretendia tratar, foram analisados diferentes termos utilizados nos mais diversos contextos, desde os que constam da legislação em vigor aos que são utilizados no sector. Entendeu-se que o termo madeira recuperável é bastante adequado, uma vez que permite transmitir a informação de que se trata de um material que não é apenas um resíduo ou subproduto, consoante as suas características, mas é muitas vezes uma matéria-prima passível de utilização em outras actividades.

Seguidamente fez-se um levantamento dos vários factores que contribuem para a definição de qual o destino mais adequado a dar a cada tipo de madeira recuperável. Entre outros, são de salientar, a classificação segundo a qualidade que o material apresenta, os factores económicos associados a qualquer transacção comercial de resíduos e matérias-primas, bem como, factores ambientais. Os aspectos ambientais, apesar de menos importantes em termos práticos, vão ocupando o lugar das preocupações dos decisores, particularmente nos casos em que está em causa o estado do ambiente e a qualidade de vida das populações. No futuro, as preocupações e obrigações relacionadas com o cumprimento de determinadas emissões de CO₂, poderá implicar alterações na gestão do recurso madeira recuperável, nomeadamente pelas implicações associadas ao efeito de armazenamento de carbono nos produtos em madeira.

Depois, analisou-se o panorama nacional no que concerne a estimativas de produção de madeira recuperável, nomeadamente recorrendo à análise isolada de vários fluxos específicos de resíduos, industriais, urbanos, embalagens de madeira, construção e demolição e perigosos. A quantidade e qualidade da informação encontrada varia bastante de fluxo para fluxo, mas de um modo geral são dados com mais de dois anos, o que levanta o problema de já não serem muito actuais. As quantidades totais de madeira recuperável identificadas por fluxo foram as seguintes: fluxo industrial, entre 2.6 e 2.8 milhões de toneladas, nos anos 2000 e 1999 respectivamente; fluxo urbano, madeira/embalagem, cerca de 225 mil toneladas, no ano 2005; fluxo embalagens de madeira, cerca de 290 mil toneladas, no ano 2004; fluxo construção e demolição, cerca de 51.7 mil toneladas; e por último o fluxo de resíduos perigosos, com cerca de 45 mil toneladas, no ano 2003.

A compilação desta informação que se encontrava dispersa em diferentes trabalhos permitiu concluir da enorme dificuldade em conhecer as quantidades produzidas e disponíveis de madeira recuperável em Portugal. O conhecimento das quantidades recicladas anualmente pela indústria da fabricação de painéis de partículas, cerca de 240 mil toneladas em 2003, permite conhecer, pelo menos, as quantidades que têm este

destino específico. Ficando com toda a certeza de fora as que são encaminhadas para outros fins, tais como a reutilização, a valorização energética, a deposição em aterro e outros fins não identificados, permanecendo a indefinição de quais as suas representatividades individualmente.

Foi ainda realizada uma comparação dos resultados encontrados para a madeira recuperável reciclada, com aqueles obtidos no âmbito da Acção COST E31, 236 mil toneladas em 2004, o que representaria uma produção de madeira recuperável para Portugal, de 23 kg/capita, valor menos de metade do valor médio, 65 kg/capita, obtido para os 18 países participantes nesse levantamento.

Tendo em consideração a dificuldade na obtenção de dados que permitissem o cálculo de estimativas para as quantidades totais de madeira recuperável disponível em Portugal, optou-se pela estimativa das quantidades provenientes do fluxo embalagem, pois, para este fluxo foi possível adaptar uma metodologia utilizada em trabalhos anteriores, actualizada com base em dados obtidos no Eurostat.

A determinação da quantidade de madeira recuperável no fluxo embalagens de madeira teve por base o cálculo das quantidades de embalagens de madeira colocadas no mercado em cada ano, através da determinação das entradas e saídas no sistema e de outros efeitos particulares de circulação deste material. A quantidade de embalagens de madeira colocada no mercado em 2005 foi estimada em 413 mil toneladas, repartidas do seguinte modo: 324 mil toneladas são paletes de tara retornável, 81 mil toneladas são paletes de tara perdida e 7 mil toneladas são outras embalagens.

Relativamente a este fluxo, encontraram-se alguns indicadores da eficácia da política de prevenção e redução destes resíduos para cumprimento de directrizes europeias, através de taxas de retoma e reciclagem. A taxa de reciclagem foi assim actualizada com base nos resultados obtidos para as quantidades de embalagens de madeira colocadas anualmente no mercado.

No que diz respeito ao cálculo destas taxas, é relevante saber que as embalagens de tara perdida representam cerca de 20% do total de embalagens colocadas no mercado anualmente e a utilização de apenas estas ou de todas as embalagens nos cálculos dos indicadores de eficácia de política, taxa de reciclagem e taxa de retoma, afectará em grande medida o resultado final. Os resultados obtidos indicam uma taxa não corrigida de reciclagem de 13%, que difere ligeiramente da taxa de retoma no âmbito do SIGRE de 18% em 2005, mas muito diferente dos 37% atingidos no SIGRE em 2006 e dos 63% alcançados em 2007.

Relativamente aos resultados obtidos para o fluxo embalagens de madeira, estes basearam-se em pressupostos determinados em trabalhos anteriores, e como tal, será importante apurar a sua conformidade com a realidade, por exemplo através de realização de inquéritos e novas consultas aos agentes que operam aos vários níveis de

mercado. Especialmente no que diz respeito às quantidades de embalagens de madeira importadas e exportadas a cheio, pois são a parcela que mais contribui para os cálculos dos fluxos de entrada e saída no sistema, e são as parcelas cujo método de cálculo, pela sua simplificação, levanta mais dúvidas.

Em termos de desenvolvimentos futuros é importante salientar que há muito a fazer no que diz respeito à identificação das quantidades disponíveis de madeira recuperável em Portugal. Seria desejável que ao estudo futuro dessas quantidades estivesse igualmente associada uma caracterização dos destinos dados a esse material, em particular, os destinos valorização energética e deposição em aterro pelas preocupações que levantam.

O Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos ¹³ (SIRER), criado recentemente, poderá no futuro suprir algumas das ausências de dados, uma vez que neste sistema passam a estar abrangidas quase todas as actividades produtoras de resíduos, com excepção dos considerados como urbanos. Este sistema veio substituir os anteriores mapas de registo de resíduos, através da disponibilização por via electrónica de um mecanismo de registo e acesso aos dados sobre resíduos. De certa forma, é esperado que este sistema permita uma melhor gestão dos dados recolhidos, por código LER e sob o formato digital, assim como uma mais fácil e rápida contabilização dos totais para tratamento estatístico. No momento da conclusão deste trabalho o SIRER ainda estava no início da sua implementação e não existiam resultados disponíveis que aqui se pudessem apresentar¹⁴. Contudo, será igualmente importante e necessário o acompanhamento permanente dos produtores de resíduos no esclarecimento de dúvidas, por exemplo relativamente ao código LER que devem atribuir a cada resíduo.

Continua a haver muito a fazer no combate à ausência de formas de gestão adequadas da madeira recuperável disponível, pois a falta de regras claras, que definam o que deverá na prática ser ou não encaminhado para valorização energética, é muito importante, uma vez que muita dessa madeira recuperável seria ainda passível de reutilização e reciclagem. Este combate será dificultado sempre que existirem mecanismos económicos que alterem as condições de mercado e financiem a valorização energética, por oposição aos fins reutilização e reciclagem. Em Portugal esta situação apresenta uma preocupação crescente, pela futura entrada em funcionamento de novas centrais de produção de energia alimentadas por biomassa florestal, existindo o risco de se verificar a especulação da madeira recuperável, e a sua utilização indevida para este fim, à semelhança do que já aconteceu em alguns países da Europa, de que é um bom exemplo Itália.

¹³ Conforme Artigo 45.º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro.

¹⁴ O prazo para registo no SIRER de dados referentes ao ano de 2006 foi alargado até ao dia 31 de Janeiro de 2008 (APA, 2008b).

A gestão do recurso madeira recuperável, disponível em Portugal, terá necessariamente de ser acompanhada pelas autoridades e pela indústria interessada na utilização deste recurso, com o objectivo último da sua melhor utilização possível.

8 Bibliografia

- ADEME (2000). *Analyse du cycle de vie des caisses en bois, carton ondulé et plastique pour pommes*. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, Paris, 83 pp.
- Agroportal (2007). Madeira: Industriais pedem ao Governo apoio para importação de matéria-prima a fim de manterem competitividade. Agronotícias. www.agronoticias.pt (Novembro 2007).
- AIMMP (2007). Comunicação pessoal.
- APA (2008a). *Resíduos Sólidos Urbanos*. Agência Portuguesa do Ambiente. <http://www.apambiente.pt> (Fevereiro 2008).
- APA (2008b). *Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos*. Agência Portuguesa do Ambiente. <http://www.apambiente.pt> (Fevereiro 2008).
- Borrego, C., Arroja, L. e Matos, M. A. (2003). *Inventário de Resíduos Sólidos Industriais*. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro. Aveiro, 333 pp.
- Brito, J. (2006). *A Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição*, Workshop A reciclagem na casa do futuro (Aveirodomus). Instituto Superior Técnico, Lisboa, 31 de Março.
- CE (1999). Construction and Demolition Waste management practices and their economic impacts. Report to DGXI, European Commission - Final Report. Report by Symonds, in association with ARGUS, COWI and PRC Bouwcentrum. 203 pp.
- CEC (2005). Relatório da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu relativo às Estratégias Nacionais de Redução dos Resíduos Biodegradáveis enviados para Aterros nos Termos Previstos no N.º 1 do Artigo 5.º da Directiva 1999/31/CE relativa à Deposição de Resíduos em Aterros. 30.03.2005. COM(2005)105 final.
- CEC (2007). Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu relativa a Comunicação interpretativa relativa a resíduos e subprodutos. 21.02.2007. COM(2007)59 final.
- CEI-Bois (2004). *Roadmap to 2010 for the European Wood Products Industry*. European Confederation of Woodworking Industries. Estocolmo/Bruxelas, 34 pp.
- CEI-Bois (2006). *Tackle Climate Change: Use Wood*. European Confederation of Woodworking Industries. Bruxelas, 84 pp.
- Coelho, A. D. (2008). Comunicação pessoal.
- Coelho, A. D. e Brito, J. (2007). Construction and Demolition Waste Management in Portugal. Proceedings da Conferência "Portugal SB07 - Sustainable construction, materials and practices", Instituto Superior Técnico, Lisboa, 12 a 14 de Setembro, Eds. L. Bragança, M. D. Pinheiro, S. Jalali, R. Amoêda e M. C. Guedes.
- COST (2002). *Draft Memorandum of Understanding for the implementation of a European Concerted Research Action designated as COST Action E31 "Management of*

- Recovered Wood*", Bruxelas, Margo. COST Action E31. http://www.ctib-tchn.be/coste31/frames/f_e31.htm (Dezembro 2007).
- Costa, C., Almeida, M., Martins, F. E Madeira, A. (2002). *Estudo para caracterização dos resíduos sólidos urbanos e industriais de embalagens de madeira e dos respectivos fluxos*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- CTBA (1998). *Analyse du Cycle de Vie de la Palette Europe*. Centre Technique du Bois et de l'Ameublement. Paris, 71 pp.
- Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro (D.R. n.º 171, Série I).
- DGA (2000). *Proposta para um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável*. Direcção Geral do Ambiente. Lisboa, 223 pp.
- ECCM (2002). *Estimation of carbon offset by trees*. The Edinburgh Centre for Carbon Management. Edimburgo, 4 pp.
- EEA (1999). *Environmental indicators: typology and overview*. European Environment Agency Technical Report n.º 25. Copenhaga, 19 pp.
- EEA (2001). *Environmental Signals 2001*. Environmental Assessment report No 8. European Environment Agency. Luxemburgo, 115 pp.
- EEA (2002). *Environmental Signals 2002*. Environmental Assessment report No 9. European Environment Agency. Luxemburgo, 148 pp.
- EEA (2003). *Environmental indicators: Typology and Use in Reporting*. European Environment Agency Internal Working Paper. Copenhaga, 20 pp.
- EEA (2005). *EEA Core set of indicators*. European Environment Agency Technical Report n.º 1. Luxemburgo, 38 pp.
- EEA (2007). *CSI 017 Specification - Generation and recycling of packaging waste*. European Environment Agency.
http://themes.eea.europa.eu/IMS/IMS/ISpecs/ISpecification20041007131825/full_spec (Novembro 2007).
- EMBAR (2004). *Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos e Industriais de Embalagens de Madeira e dos Respectivos Fluxos*. Associação Nacional de Recuperação e Reciclagem de Resíduos de Embalagens de Madeira. Lisboa, 75 pp.
- EMBAR (2008). Comunicação pessoal.
- EN 13440:2003, Packaging – Rate of recycling – definition and method of calculation
- EPF (2004). European panel federation standard, for delivery conditions of recycled wood. Bruxelas, 11 pp.
- EPF (2005). *Annual Report 2004-2005*. European Panel Federation. Bruxelas.
- Eurostat (2008). *External trade. Statistical Office of the European Communities*
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1090,30070682,1090_33076576&dad=portal&schema=PORTAL (Fevereiro 2008).
- EUWID (2007). The waste wood market in Germany. EUWID Recycling and Waste Management, Vol.13, n.º 22, pp. 11.
- FEDEMCO (2008). Comunicação pessoal.

- Fengel, D. e Wegener, G. (1989). *Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Walter de Gruyter, Berlin and New York, 1984, 613 pp.
- Frühwald A. e Scharai-Rad M. (2003). Comparison of wood products and major substitutes with respect to environmental and energy balances. *ECE/FAO seminar: Strategies for the sound use of wood*. Roménia. 24 a 27 Março.
- GGR (1997). *Certificação da Qualidade RAL-GZ 428 - Produtos Reciclados Provenientes de Madeira Usada*. Gutegemeinschaft Gebrauchtholz-Recycling e.V. Sankt Augustin, Alemanha, 18 pp.
- Gomes, H. (2004). *Location model for CCA-treated wood waste remediation units*. Dissertação de Mestrado, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, 241 pp.
- Gomes, H., Ribeiro, A. B. e Lobo, V. (2006). Optimização da Localização de Unidades de Remediação de Resíduos de Madeira Tratada. *Silva Lusitana* **14**: 181-202.
- INE (2001). *Estatísticas da Produção Industrial 1999*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa. 111 pp.
- INE (2002a). *Estatísticas da Produção Industrial 2000*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa. 110 pp.
- INE (2002b). *Estatísticas da Produção Industrial 2001*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa. 86 pp.
- INETI (2001a). *Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais*. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação. Instituto dos Resíduos. Volume I, Novembro, 118 pp.
- INETI (2001b). *Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais*. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação. Instituto dos Resíduos. Volume II, Tomo I, Parte VII-3, 33 pp.
- INR (1997). *Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU)*. Instituto dos Resíduos. Lisboa.
- INR (1998). Ofício SRR.206. Subprodutos das Indústrias de serração. Instituto dos Resíduos. Lisboa.
- INR (2001). *Plano Estratégico dos Resíduos Industriais*. Versão 2001. Parte II – Situação de Referência. Instituto dos Resíduos. Lisboa, 87 pp.
- INR (2003). *Estudo de Inventariação de Resíduos Industriais – Relatório de Síntese*. Instituto dos Resíduos. Lisboa, 26 pp.
- INR (2005). *Resíduos de Construção e Demolição em Portugal. Reciclagem de entulho no âmbito da gestão integrada de resíduos - Câmara Municipal de Montemor-O-Novo*. Instituto dos Resíduos, Lisboa, 13 pp.
- INR (2007). *Resíduos Industriais*. Instituto dos Resíduos. <http://www.inresiduos.pt> (Novembro 2007).
- MA (2000a). *Contratos de Adaptação Ambiental – Relatório Final de Balanço. Volume I – Síntese*. Ministério do Ambiente, 51 pp.

- MA (2000b). *Contratos de Adaptação Ambiental – Relatório Final de Balanço. Volume VIII - Sector da fileira da madeira*. Ministério do Ambiente, 32 pp.
- MAOTDR (2007). *Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos II*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa, 194 pp.
- Merl, A. (2005). Recovered wood from residential and office building – assessment of GHG emissions for reuse, recycling, and energy generation. *Workshop COST Action E31*, 25 Abril, Dublin.
- Merl, A., Humar, M., Okstad, T., Picardo, V., Ribeiro, A. e Steierer, F. (2007). Amounts of Recovered Wood in COST E31 Countries and Europe. *Proceedings 3rd European COST E31 Conference – Management of Recovered Wood*, 2-4 de Maio, Klagenfurt, Austria, pp. 79 -116.
- Nunes, J. A. (2006). *Ciência, incerteza e responsabilidade. Seminário Incerteza e Tomada de Decisão: Os contributos do princípio da precaução*, Associação Portuguesa de Engenheiros do Ambiente, 20 Janeiro, Lisboa, 18 pp.
- OECD (1993). *OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*. Environment Monographs N° 83. OECD, Paris, 39 pp.
- Okstad, T. (2007). Terminology for recovered wood in the forest product chain – a scientific perspective. *Proceedings 3rd European COST E31 Conference – Management of Recovered Wood*, 2-4 de Maio, Klagenfurt, Austria, pp. 35 – 48.
- Ordinance on the Management of Waste Wood (2002). *Ordinance on the Management of Waste Wood*. German Federal Environment Ministry. <http://www.bmu.de> (Janeiro 2008).
- Peek, R. (2004). German Experience on Wood Residues. Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH). *Workshop “Wood for commodities or energy”*, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty Department of Wood Science and Technology. 7 de Setembro, Lubliana.
- Pereira, L. C. H. (2002). *Reciclagem de resíduos da construção e demolição: aplicação à zona Norte de Portugal*, Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.
- Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março (D.R. n.º 53, Série I-B)
- PRO Europe (2008a). PRO Europe. <http://www.pro-e.org> (Março 2008).
- PRO Europe (2008b). *Latvia – Facts & Figures*. PRO Europe. http://www.pro-e.org/Facts_and_Figures_Latvia.html (Março 2008).
- Reimão, D., Cockcroft, R. (1985). *Wood preservation in Portugal*. Styrelsen for Teknisk Utveckling [The Swedish National Board for Technical Development], Information No. 487, Stockholm, Sweden, 97 pp.
- Sonae (2004). Reciclar para sustentar a floresta. *Workshop Embar “Reciclagem de Madeira – A Sustentabilidade de um Sector”*, 2 de Abril, Lisboa, 25 pp.
- SPV (2008). Comunicação pessoal. Sociedade Ponto Verde. S.A.

- Vaz, S. G. (2006). *O princípio da precaução como causa e consequência de um novo paradigma em política de Ambiente*. Seminário Incerteza e Tomada de Decisão: Os contributos do Princípio da Precaução, Associação Portuguesa de Engenheiros do Ambiente, 20 de Janeiro, Lisboa, 10 pp..
- Wegener, G., Zimmer, B., Frühwald, A. e Scharai-Rad, M. (1997). *Ökobilanzen Holz. Fakten lesen, verstehen und Handeln*, Informationsdienst Holz, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (Herausgeber), Munique (em alemão).

ANEXOS

ANEXO I DADOS PARA CÁLCULOS

Quadro I.1 Códigos Nomenclatura Combinada (2006) utilizados para “frutas”

Designação	Códigos	Peso/caixa (kg)	Caixas/paleta (unidades)	Peso/paleta (kg)	Peso da paleta (kg)	Peso da caixa (kg)	Produto em caixa de madeira (%)	
							Exportação	Importação
Ameixa	08094005 a 08094040	10	60	600	25	1.2	80	-
Cereja	08092005 a 08092095	2	120	240	25	1.2	80	-
Ananás	08043000	12	48	576	25	-	-	-
Banana	08030019	18	48	864	25	-	-	-
Côco	08011100 a 08011900	8	78	624	28	1	80	-
Damasco	08091000 a 08091050	10	60	600	28	1	80	-
Figo	08042010 a 08042090	4	120	480	28	1	80	-
Frutos exóticos: Airelos/mirtilhos	08104010 a 08104090	4	120	480	28	1	80	-
Kiwi	08105000 a 08105030	10	90	900	25	1.2	80	-
Laranja	08051001 a 08051090	16	88	1408	25	1.2	100	100
Clementina/tangerina	08052010 a 08052090	12	90	1080	25	1.2	100	100
Limão	08053010 a 08053040 e 08055010	12	90	1080	25	1.2	100	100
Maçã	08081010 a 08081099	8	78	366	25% - 25kg 75% - 80kg	1.2	6.25	6.25

Quadro 1.1 Códigos Nomenclatura Combinada (2006) utilizados para “frutas” (continuação)

Designação	Códigos	Peso/caixa (kg)	Caixas/paleta (unidades)	Peso/paleta (kg)	Peso da paleta (kg)	Peso da caixa (kg)	Produto em caixa de madeira (%)	
							Exportação	Importação
Melão e melancia	08071100 a 08071900	250	1	250	20	-	-	-
Morangos	08101000 a 08101090	4	180	720	28	0.8	100	100
Framboesa e pequenos frutos	08102010 a 08102090	2	120	240	20	-	-	-
Pêra	08082010 a 08082067	8	78	538	75% - 25kg 25% - 80kg	1.2	18.75	18.75
Pêssego	08093000 a 08093090	5	120	600	25	1.2	80	-
Tâmaras	08041000	6	100	600	25	-	-	-
Abacate	08044000 a 08044095	6	80	480	25	-	-	-
Goiaba/manga	08045000	4	120	480	25	-	-	-
Uva	08061010 a 08061099	10	96	960	28	1	80	-
Marmelo	08082090	12	60	720	28	1.6	100	20
Maracujá	08109040	4	120	480	25	-	-	-
Mamão/Papaia	08072000	4	120	480	25	-	-	-
Frutos secos c/casca	08021110, 08021190, 08022100, 08023100, 08024000, 08025000	10	60	600	25	-	-	-
Frutos secos s/casca	08021210, 08021290, 08022200, 08023200	10	60	600	25	-	-	-
Outros frutos verdes secos	08029010 a 08029090	-	-	500	25	1.2	-	-

Quadro 1.2 Códigos Nomenclatura Combinada (2006) utilizados para “legumes”

Designação	Códigos (NC 2006)	Peso/caixa (kg)	Caixas/paleta (unidades)	Peso/paleta (kg)	Peso da paleta (kg)	Peso da caixa (kg)	Produto em caixa de madeira (%)	
							Exportação	Importação
Alface	07051100 a 07052900	5.5	55	302.5	20	1.6	100	100
Alcachofra	07091000 a 07091040	11	55	605	25	1.6	100	100
Beringela	07093000	8	55	440	25	1.2	100	100
Couve- flor/bróculos	07041000 a 07041090	8	55	440	25	1.6	100	100
Couve bruxelas	07042000	8	55	440	25	1.6	100	100
Outras couves	07049010 a 07049090	12	55	660	25	1.6	100	100
Alho	07032000	6	50	300	20	-	-	-
Batata	07011000 a 07019090	25	24	600	25	-	-	-
Cebola	07031011 a 07031019	15	28	420	25	-	-	-
Cenouras e nabos	07061000	10	40	400	25	-	-	-
Cogumelos	07095100 a 07095200	4	120	480	25	-	-	-
“Cornichons”	07070090	4	120	480	25	-	-	-
Ervilha	07081000 a 07081095	8	75	600	25	1.2	100	-
Feijão verde	07082000 a 07082095	4	150	600	25	1.2	100	20
Outras vagens frescas	07089000	4	120	480	25	1.2	100	-
Pepino	07070005	12	80	960	28	1.2	100	100
Pimento	07096010 a 07096099	14	35	490	25	1.2	100	100
Tomate	07020000 a 07020090	7	120	840	28	1.2	100	100

Quadro 1.2 Códigos Nomenclatura Combinada (2006) utilizados para “legumes” (continuação)

Designação	Códigos (NC 2006)	Peso/caixa (kg)	Caixas/palete (unidades)	Peso/palete (kg)	Peso da palete (kg)	Peso da caixa (kg)	Produto em caixa de madeira (%)	
							Exportação	Importação
Espinafre	07097000	2	60	120	20	-	-	-
Azeitonas	07099031 a 07099039	10	30	300	20	-	-	-
Aipo e trufas	07094000	6	50	300	20	-	-	-
Outros hortícolas frescos	0709, 0706 e 0705 (não referidos individualmente)	6	50	300	20	-	-	-
Outros hortícolas verdes e secos	07101000 a 07149090	-	-	300	20	-	-	-

Quadro 1.3 Códigos Nomenclatura Combinada utilizados para “bebidas e produtos alimentares”

Produto	Códigos (NC 2006)	Tipo de embalagem	Embalagem (litro ou kg)	Embalagens/paleta (unidades)	kg/paleta ou litros/paleta	Exportação e Importação (%)	Peso paletes (kg)
Águas	22011000 a 22029099	Garrafa vidro tp 0,2l	0.2	1920	384.00	2	20
		Garrafa vidro tp 1l	1	384	384.00	1	20
		Garrafa vidro tr 0,25l	0.25	1344	336.00	1	20
		Garrafa vidro tr 1l	1	384	384.00	1	20
		Garrafa PET 0,33l	0.33	2016	665.28	65	25
		Garrafa PET 0,5l	0.5	1440	720.00	5	28
		Garrafa PET 1,5l	1.5	480	720.00	15	28
		Garrafão pet 5l	5	126	630.00	10	25
Sumos	20091200 a 20099099	Garrafa vidro tp 0,25l	0.25	1680	420	2	25
		Garrafa vidro tr 0,25l	0.25	1344	336	1	20
		Garrafa vidro tr 1l	1	384	384	1	20
		Lata aço (FF) 0,33l	0.33	2160	712.8	25	28
		Garrafa pet 1,5l	1.5	480	720	30	28
		Garrafa pet 2l	2	384	768	15	28
		Frasco vidro tp 0,2l	0.2	2304	460.8	7	25
		Lata aço (FF) 0,2l	0.2	2880	576	3	25
		Emb.cartão p/ alimentos liq. 0,2l	0.2	3024	604.8	7	25
		Emb.cartão p/ alimentos liq. 1l	1	720	720	10	28

Quadro 1.3 Códigos Nomenclatura Combinada utilizados para “bebidas e produtos alimentares” (continuação)

Produto	Códigos (NC 2006)	Tipo de embalagem	Embalagem (litro ou kg)	Embalagens/paleta (unidades)	kg/paleta ou litros/paleta	Exportação e Importação (%)	Peso paletes (kg)
Cervejas	22030001 a 22030090	Garrafa vidro tp 0,33l	0.33	1512	498.96	72	25
		Garrafa vidro tr 0,33l	0.33	1152	380.16	1	20
		Lata alumínio 0,33l	0.33	2592	855.36	19	28
		Barril inox 30l	30	6	180.00	8	20
		Barril inox 50l	50	6	300.00	1	20
Vinhos	22042110 a 22042999	Garrafa vidro tp 0,375l	0.375	840	315	12	20
		Garrafa vidro tp 0,75	0.75	420	315	85	20
		Garrafa vidro tr 1l	1	384	384	2	20
		Garrafão vidro tr 5l	5	72	360	1	20
Bebidas espirituosas	22081000 a 22089099	Garrafa vidro tp 0,7l	0.7	660	462	100	25
Leite	04011010 a 04029999 e 04039011 a 0404S022	E.C.A.L. 1l (UHT)	1	720	738.6	100	28
Iogurtes	04031002 a 04031099	Copo PS de 125g	0.125	4224	528	85	25
		Copo PS de 140g	0.14	2112	295.68	10	20
		Garrafa PEAD de 185g	0.185	4224	781.44	5	28
Óleos vegetais	15071010 a 15079090	Garrafa 1l	1	720	720	100	28
Azeites	15091010 a 15099000	Garrafa 0,75l	0.75	840	630	55	25
		Garrafa 1l	1	600	600	40	25
		Lata 1l	1	600	600	5	25

Quadro 1.3 Códigos Nomenclatura Combinada utilizados para “bebidas e produtos alimentares” (continuação)

Produto	Códigos (NC 2006)	Tipo de embalagem	Embalagem (litro ou kg)	Embalagens/paleta (unidades)	kg/paleta ou litros/paleta	Exportação e Importação (%)	Peso paletes (kg)
Margarinas	15171010 a 15179099	PP 250g	0.25	1440	360	15	20
		PP 500g	0.5	720	360	25	20
		Papel/AI/PE 250g	0.25	3456	864	30	28
		Papel/AI/PE 1000g	1	768	768	30	28
Manteigas	04050010 a 04051090	Taça 15g	0.015	20000	300	33	20
		Taça 125g	0.125	2400	300	33	20
		Taça 250g	0.25	1200	300	33	20
Conservas de peixe	16010010 a 16059090	Embalagem 60g	0.06	5000	300	100	20
Massas	19011000 a 19059090	Embalagem 500g	0.5	600	300	100	20
Açúcar	17011110 a 1704S062	Embalagem 1kg	1	300	300	100	20
Farinha	11010000 a 11090000	Embalagem 1 kg	1	300	300	100	20
Outras conservas de frutas e hortícolas	20011000 a 20089999	Lata 420 g	0.42	1296	544.32	25	25
		Lata 860 g	0.86	576	495.36	25	25
		Frasco 560 g	0.56	720	403.2	25	25
		Frasco 330 g	0.33	1176	388.08	25	20
Adubos Fertilizantes	31021010 a 31059099	Embalagem 50 kg	30	12	360	100	35
Tijolos e telhas para construção	69010000 a 69060000	-	-	-	600	100	20
Louças cerâmicas	69071000 a 69149090	-	-	-	600	100	35

Quadro 1.4 Códigos Nomenclatura Combinada utilizados para “outros produtos”

Produto	Códigos dos capítulos (NC 2006)	kg/paleta ou litros/paleta	Peso paletes (kg)
Outros produtos	02, 04, 05, 07, 08, 09 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 30, 31, 36, 48, 49, 69, 70, 82, 94, 97	350	30

Notas:

Para definição das quantidades transportadas em paletes assumiram-se os seguintes pressupostos:

- para transportar pesos iguais ou superiores a 700kg, as paletes pesam 28kg;
- para pesos inferiores a 400kg, as paletes pesam 20kg;
- as restantes 25kg.

As paletes utilizadas no transporte de adubos/fertilizantes e louças cerâmicas são tipicamente reforçadas e como tal, assumiu-se para estas um peso de 35kg.

Existem as seguintes exceções para o transporte de frutas em caixas de madeira:

- Maçãs - 25% transportadas em paletes (25kg), 75% transportadas em palotes (80kg)
- Pêras - 75% transportadas em paletes (25kg), 25% transportadas em palotes (80kg)

ANEXO II QUADROS COM RESULTADOS

Quadro II.1 Fluxos do sistema: produção, importação, exportação e quantidades colocadas no mercado por tipo de embalagem

		Quantidades (toneladas)						
		2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006
Produção	Paletes tara retornável	120 533	135 749	143 644	137 597	174 967	217 942	270 104
	Paletes tara perdida	30 133	33 937	35 911	34 399	43 742	54 486	67 526
	Outras embalagens	14 800	12 756	12 452	10 402	11 482	10 920	12 725
Importação vazio	Paletes tara retornável	10 368	11 963	17 764	4 977	4 383	7 523	9 615
	Paletes tara perdida	2 592	2 991	4 441	1 244	1 096	1 881	2 404
	Outras embalagens	1 125	1 232	736	1 000	950	1 239	1 390
Importação cheio	Paletes tara retornável	352 764	381 128	403 327	385 941	400 864	445 999	413 998
	Paletes tara perdida	88 191	95 282	100 832	96 485	100 216	111 500	103 499
	Outras embalagens	12 554	19 610	16 496	15 665	13 776	14 270	14 574
Exportação vazio	Paletes tara retornável	49 201	66 612	61 408	41 704	41 742	50 357	61 260
	Paletes tara perdida	12 300	16 653	15 352	10 426	10 436	12 589	15 315
	Outras embalagens	2 579	2 562	2 028	2 008	2 261	3 118	3 453
Exportação cheio	Paletes tara retornável	209 322	218 703	248 202	270 332	269 552	296 480	322 105
	Paletes tara perdida	52 331	54 676	62 050	67 583	67 388	74 120	80 526
	Outras embalagens	5 425	3 514	10 556	11 376	12 711	15 967	15 477
Quantidade colocada no mercado		301 904	331 928	336 006	284 281	347 384	413 128	397 699

Quadro 11.2 Fluxos do sistema: produção, importação, exportação e quantidades colocadas no mercado

	Quantidade [t]						
	2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006
Produção	165 467	182 442	192 006	182 398	230 190	283 348	350 355
Importação vazio	14 084	16 185	22 941	7 221	6 428	10 642	13 409
Importação cheio	453 510	496 020	520 656	498 091	514 856	571 769	532 071
Exportação vazio	64 079	85 827	78 789	54 138	54 439	66 065	80 028
Exportação cheio	267 078	276 892	320 809	349 292	349 651	386 567	418 108
Quantidade colocada no mercado	301 904	331 928	336 006	284 281	347 384	413 128	397 699

Quadro 11.3 Quantidades colocadas no mercado por tipo de embalagem

	Quantidade [t]						
	2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006
Paletes tara retornável	225 142	243 525	255 125	216 479	268 919	324 628	310 351
Paletes tara perdida	56 286	60 881	63 781	54 120	67 230	81 157	77 588
Outras embalagens	20 476	27 522	17 100	13 682	11 235	7 343	9 760

Quadro 11.4 Quantidades em circulação por tipo de embalagem

	Quantidade [t]						
	2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006
Paletes tara retornável	1 801 139	1 948 196	2 041 000	1 731 831	2 151 355	2 597 021	2 482 811
Paletes tara perdida	112 571	121 762	127 562	108 239	134 460	162 314	155 176
Outras embalagens	29 251	39 318	24 428	19 546	16 050	10 490	13 943
Total	1 942 961	2 109 276	2 192 990	1 859 616	2 301 865	2 769 825	2 651 930